

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА**

**П.П. Говоров,
В.О. Перепечений, В.П. Говоров**

ОСВІТЛЮВАЛЬНІ ЕЛЕКТРИЧНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ

**Рекомендовано міністерством освіти і науки України як
навчальний посібник для студентів спеціальності
«Світлотехніка та джерела світла»**

ХАРКІВ – ХНАМГ – 2009

УДК 621.314.222

Рецензенти: С.Ф. Артюх – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри електроенергетики, Українська інженерно-педагогічна академія.

В.М. Терьошин – д-р техн. наук, професор кафедри електротехніки, Українська державна академія залізничного транспорту.

О.Г. Гриб – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри електропостачання міст, Харківська національна академія міського господарства.

Говоров П.П. Освітлювальні електричні системи та мережі: Навч. посібник для студентів спеціальності «Світлотехніка та джерела світла»./ П.П. Говоров, В.О. Перепечений, В.П. Говоров, Харківська національна академія міського господарства. – Х.: 2009. – 227 с.

У навчальному посібнику знайшли відображення основні положення теорії та методів системних досліджень при проектуванні систем освітлення міст, як складних біотехнічних систем у складі системи міського господарства.

Метою дійсного посібника є допомога студентам при виконанні курсового проекту з освітлювальних електричних мереж відповідно до діючої в цей час нормативно-технічної документації.

Гриф надано Міністерством освіти і науки України,
лист № 1.4/18-Г-2791 від 23.12.2008

ISBN 978-966-695-128-4

© Харківська національна академія
міського господарства, 2009

© П.П. Говоров, В.О. Перепечений,
В.П. Говоров, 2009

ЗМІСТ

	Стр.
ПЕРЕДМОВА	6
1. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ	7
1.1. Склад та обсяг проекту	7
1.2. Вимоги до змісту	9
1.2.1. Зміст пояснювальної записки	9
1.2.2. Вимоги до оформлення пояснювальної записки	12
1.2.2.1. Загальні положення	12
1.2.2.2. Структура пояснювальної записки	13
1.2.2.3. Правила оформлення пояснювальної записки	13
1.2.2.3.1. Загальні положення	13
1.2.2.3.2. Титульний лист	13
1.2.2.3.3. Завдання на роботу	13
1.2.2.3.4. Реферат	14
1.2.2.3.5. Зміст	14
1.2.2.3.6. Вступ	15
1.2.2.3.7. Основна частина	15
1.2.2.3.8. Висновки	18
1.2.2.3.9. Перелік умовних позначок, символів та термінів.....	19
1.2.2.3.10. Список використаних літературних джерел	20
1.2.2.3.11. Додатки	23
1.2.2.4. Правила викладу тексту	24
1.2.2.4.1. Загальні вимоги	24
1.2.2.4.2. Скорочення	25
1.2.2.4.3. Числа й знаки в тексті	27
1.2.2.4.4. Одиниці фізичних величин	28
1.2.2.4.5. Формули	28
1.2.2.4.6. Таблиці	31
1.2.2.4.7. Ілюстрації	34
1.2.2.4.8. Посилання	35
1.2.2.4.9. Примітки	36
1.2.2.5. Оформлення пояснювальної записки	37
1.2.2.6. Основні написи, шифри й найменування документів...	38
1.2.2.6.1. Основні написи текстових документів	38
1.2.2.6.2. Основні написи графічних документів	40
1.2.2.6.3. Основні написи технологічних документів	40
1.2.2.6.4. Шифри й найменування документів	40
1.2.2.7. Правила виконання креслень	40
1.3. Виконання графічної частини	47
1.4. Завдання на проектування	48
1.5. Питання, що мусять бути розглянуті в курсовому проекті	49
1.6. захист курсового проекту	50

2. ЗМІСТ ПРОЕКТУ	51
2.1. Визначення розрахункових електричних навантажень споживачів.....	51
2.1.1. Коротка характеристика споживачів та джерел живлення ...	51
2.1.2. Розрахунок навантаження житлових будинків	53
2.1.3. Навантаження суспільних будинків і комунально-побутових підприємств	65
2.1.4. Навантаження зовнішнього та внутрішньоквартального освітлення.....	80
2.1.5. Картограма навантажень	82
2.1.6. Розрахунок навантаження мікрорайону	83
2.1.7. Визначення числа й потужності трансформаторних підстанцій...	84
2.1.8. Розміщення підстанцій на плані міста	89
2.2. Вибір технічно-доцільних варіантів схем живильних та розподільних мереж середньої та низької напруг	92
2.2.1. Вибір структури системи електропостачання	92
2.2.2. Вибір напруги системи електропостачання освітлювальних установок	96
2.2.3. Вибір схем живильних й розподільних мереж	99
2.2.3.1. Вибір схеми живильних мереж середньої напруги	99
2.2.3.2. Вибір схем розподільних мереж середньої напруги	101
2.2.3.3. Вибір схем розподільних мереж низької напруги	111
2.2.4. Вибір схем внутрибудинкових мереж	117
2.2.4.1 Принципи побудови внутрибудинкових мереж.....	117
2.2.4.2. Силові мережі	123
2.2.4.3. Групові мережі освітлення	124
2.2.4.4. Конструктивне виконання внутрибудинкових електричних мереж	125
2.2.4.5. Електроустаткування	131
2.2.4.6. Схеми розподілу електроенергії в житлових будинках	132
2.2.4.6.1. Схеми внутрибудинкових живильних ліній...	132
2.2.4.6.2. Живильні лінії ліфтів	133
2.2.4.6.3. Робоче евакуаційне й аварійне освітлення	133
2.2.4.6.4. Схеми групової квартирної мережі	135
2.2.4.6.5. Типові комплексні схеми розподілу електроенергії в житлових будинках	137
2.2.4.7. Схеми розподілу електроенергії в суспільних будинках	141
2.2.4.7.1. Особливості електропостачання	141
2.2.4.7.2. Живильні мережі	143
2.2.4.7.3. Силові розподільні мереж	144
2.2.4.7.4. Групові освітлювальні мережі	145
2.2.4.7.5. Комплексні схеми розподілу електро-енергії в суспільних будинках	148

2.3. Розрахунок розподільних мереж низької напруги	151
2.3.1. Основні положення	151
2.3.2. Розрахунок мереж низької напруги	151
2.3.2.1. Визначення навантаження мереж	151
2.3.2.2. Розрахунок розподільних мереж	157
2.3.2.3. Розрахунок внутрібудинкових мереж	163
2.4. Автоматизація освітлення	168
2.4.1. Задачі керування освітленням приміщень у житлових і суспільних будинках.....	168
2.4.2. Керування освітленням у житлових будинках	169
2.4.3. Керування освітленням у суспільних будинках	175
2.5. Електробезпе́чність	177
2.5.1. Заземлення, занулення і захисне відключення	177
2.5.1.1. Загальні положення	177
2.5.1.2. Заземлення і занулення	180
2.5.1.3. Розрахунки заземлювачів	182
2.5.1.4. Глибинні заземлювачі	189
2.5.1.5. Занулення	190
2.5.2. Захисне відключення і розділові трансформатори	191
2.5.2.1. Апарати захисного відключення	191
2.5.2.2. Застосування розділових трансформаторів	192
2.6. Облік електричної енергії	194
2.7. Захисні міри електробезпе́чності	198
2.8. Захист внутрішніх електричних мереж	199
2.9. Блискавкозахист будинків і споруджень	204
2.9.1 Основні положення	204
2.9.2. Способи блискавкозахисту	206
2.9.3. Заземлення і захист від влучення високих потенціалів	208
2.10. Компенсація реактивної потужності	209
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	210
ДОДАТКИ	212

ПЕРЕДМОВА

Основними споживачами електричної енергії в Україні є сучасні міста. При цьому, значна її доля витрачається на освітлення. У містах з розвинутою промисловістю доля електроенергії, що витрачається на освітлення, сягає (20-30)%, а в містах зі слаборозвинутою промисловістю – (90-95)%. Тому від того, наскільки раціонально спроектована система освітлення міст, залежить ефективність використання електроенергії в них.

Метою дійсного посібника є допомога майбутнім інженерам-електрикам в освоєнні методів розрахунку й проектування систем освітлення міст відповідно до діючої в цей час нормативно-технічної документації.

У посібнику знайшли відображення основні положення застосування теорії та методів системних досліджень до побудови систем освітлення міст, як складної біотехнічної системи у складі системи міського господарства. В посібнику висвітлені методи розрахунку навантажень житлових і суспільних будинків, зовнішнього та внутриквартального освітлення. З огляду на комплексний характер електропостачання силових та освітлювальних електроспоживачів описано методику визначення електричних навантажень споживачів та центру живлення, методику розрахунку потужності на елементах мережі, методи розрахунку і вибору схем та конструкцій обладнання і мереж.

У посібнику знайшли відображення останні досягнення науки і техніки по розглянутих питаннях. При розробці посібника використані також матеріали провідних проектних організацій в області проектування систем електропостачання та освітлення міст – «Енергомережпроект», «Гіпрокомуненерго», «Укргіпроенерго» тощо. Кожний з розділів посібника містить приклади, необхідні для формування у студентів практичних навичок по питанню, що вивчається.

Опис алгоритмів і програм комп'ютерних розрахунків становить самостійне завдання, що знайшло своє відображення в окремих методичних вказівках, наявних в академії.

1. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

1.1. Склад та обсяг проекту

1.1.1. Виконання проекту є заключним етапом підготовки з курсу «Освітлювальні електричні системи та мережі», який має на меті набуття досвіду побудови систем електропостачання та освітлення міст, систематизації, закріплення та розширення теоретичних знань студентів, набуття ними практичних навичок, розвитку творчої ініціативи та самостійності прийняття рішень.

1.1.2. Курсовий проект є найважливішим підсумком підготовки бакалаврів, у зв'язку з чим зміст роботи та рівень його захисту враховуються як один із основних критеріїв для оцінки якості реалізації відповідної освітньо-професійної програми.

1.1.3. За всі відомості, викладені в курсовому проекті, порядок використання фактичного матеріалу та іншої інформації під час його написання, обґрунтованість і достовірність висновків та положень, що в ньому захищаються, несе відповідальність безпосередньо студент – автор курсового проекту.

1.1.4. Курсовий проект з освітлювальних електричних систем та мереж – це типовий приклад проектування в одну стадію. Курсовий проект у більшості випадків, містить у собі елементи ескізного проектування або технічної пропозиції. Іноді в нього вводяться також елементи інших стадій. Крім того, у курсовому проекті можуть утримуватися описи й результати теоретичних й експериментальних досліджень. Співвідношення між обсягами проектно-конструкторських розробок і дослідницької частини визначається завданням.

1.1.5. Структурно курсовий проект складається, з пояснювальної записки та графічної частини.

Пояснювальна записка, як правило містить:

- вступ з обґрунтуванням теми та вибраних методів рішення завдань роботи;

- розділи з огляду науково-технічної літератури, аналізом стану, проблем і напрямів визначення задач роботи;

- розділ з вибору методики розрахунку основних техніко-економічних параметрів, розрахунку запропонованих технічних рішень;

- висновки та рекомендації.

1.1.6. Оформлення курсового проекту має відповідати вимогам до звітів про НДР [1].

1.1.7. Ілюстративний матеріал для захисту курсового проекту виконується у вигляді плакатів, креслень і подається у паперовому вигляді. Зміст ілюстративного матеріалу повинен досить повно відображати основні положення, які виносяться на захист.

1.1.8. Курсовий проект виконується студентами у сьомому семестрі. Для виконання проекту призначається керівник з числа провідних викладачів кафедри.

Завдання на курсовий проект розробляється керівником і видається студенту до виходу на курсове проектування. Завдання на курсовий проект повинно бути конкретним і, разом з тим, давати можливість студенту проявити творчість та ініціативу.

Протягом першого тижня студент самостійно, або разом з керівником, складає графік виконання курсового проекту. У подальшому студент зобов'язаний щотижня пред'являти керівнику результати виконання проекту відповідно до складеного графіка.

До кінця сьомого семестру курсовий проект повинен бути виконаний, і мати підпис керівника.

1.1.9. Курсовий проект відповідно до графіка навчального процесу захищається на випускаючій кафедрі. Підпис про допуск до захисту керівник ставить на титульному листі пояснювальної записки.

Всі частини курсового проекту (пояснювальна записка, додатки, графічний ілюстративний матеріал), пред'являється студентом в день захисту.

1.2. Вимоги до змісту

1.2.1. Зміст пояснювальної записки.

1.2.1.1. Розрахунково-пояснювальна записка повинна містити наступні складові:

- титульний лист;
- завдання на роботу;
- реферат;
- перелік умовних позначень, символів та скорочень;
- зміст;
- вступ;
- основну частину;
- висновки;
- список використаної літератури;
- додатки.

1.2.1.2. Розрахунково-пояснювальна записка є текстовим документом проекту і виконується відповідно з вимогами ДСТУ 3008-95. Пояснювальна записка виконується на 40-50 сторінках рукописного або машинописного тексту на одній сторінці білого паперу. На відміну від вимог до текстових документів [1] пояснювальну записку курсового проекту можна виконувати без рамок і основних надписів звичайним (не кресленим) рукописним шрифтом чорними, фіолетовими, синіми чорнилами (пастою) або з використанням комп'ютера.

При використанні комп'ютера курсовий проект друкується:

- шрифт Times New Roman 14 pt;
- інтервал 1,5;
- редактор Microsoft Word;
- Поля залишаються на чотирьох сторінках листа. Ширина поля з лівого боку – 20 мм, з правого боку – 10 мм. Відстань від верхнього і нижнього листа до рядків – 20 мм.

Кожна сторінка тексту повинна мати 28-30 рядків рукописного тексту. Розмір шрифту 2,5-5 мм, відстань між рядками 7...10 мм. Виклад матеріалу рекомендується вести в не визначеній формі ("вибрано", застосовано, і т.ін.). Використана в тексті термінологія повинна відповідати встановленим стандартам, а при її відсутності – загальноприйнятим в науково-технічній літературі. В тексті записки не допускається застосовувати:

- для одного і того ж поняття різні науково-технічні терміни, близькі за значенням (синоніми);
- іноземні слова і терміни при наявності рівнозначних слів і термінів в українській мові;
- індекси стандартів без реєстраційного номера;
- математичний знак без цифр, наприклад \leq (менше або дорівнює), \geq (більше або дорівнює), \neq (не дорівнює).

Перед числовими величинами ставить тире не допускається, щоб не сплутати його зі знаком мінус, наприклад: температура повітря мінус 20.

Якщо в тексті приводяться тільки додатні значення величин, то знак плюс перед ними не ставлять, наприклад: від 10 до 20°C.

Формули та рівняння розташовують безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються. Вище та нижче написаної формули залишається не менше одного вільного рядка.

Формули та рівняння нумерують послідовною нумерацією в межах розділу. Номер формули або рівняння складається із номера розділу та послідовного номер формули, розділених крапкою, наприклад, формула (1.3) – третя формула розділу першого. Номер формули або рівняння пишуть на рівні формули в дужках з правого боку рядка. Пояснювальні значення символів та числових коефіцієнтів, які входять формулу, слід приводити безпосередньо під формулою в послідовності, в якій вони записані в формулі або рівнянні. Пояснення кожного символу або числового коефіцієнту слід приводити з нового рядка, з абзацу, причому рядок починають з слова "де" без двох крапок.

Умовні позначення одиниць вимірювання ставляться після цифрових значень. Наприклад: 10 м, 15 Па. Якщо в тексті приводиться ряд цифрових значень однієї розмірності, то одиницю фізичної величини вказують після останньої цифри. Наприклад: 20, 30, 40 м, 5×5×20 мм. Сторінки пояснювальної записки необхідно нумерувати арабськими цифрами, дотримуючись наскрізної нумерації по всьому тексту. Номер сторінки ставиться в правому верхньому куті без крапки в кінці. Титульний лист і завдання входять в загальну нумерацію сторінок пояснювальної записки, при цьому номер сторінки на титульному листі не проставляється і на завданні також.

Структурні елементи "РЕФЕРАТ", "ЗМІСТ", "ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ та СКОРОЧЕНЬ", "ВСТУП", "ВИСНОВКИ", "ЛІТЕРАТУРА", "ДОДАТКИ" не нумерують, а їх назва служить заголовками структурних елементів.

Розділи і підрозділи повинні мати заголовки. Пункт і підпункти можуть мати заголовки. Заголовки структурних елементів пояснювальної записки і заголовки розділів необхідно розміщувати в середині рядка і писати прописними буквами без крапки в кінці, не підкреслюючи. Не допускається розміщати назви розділів, підрозділів, а також пунктів і підпунктів в нижній частині сторінки, якщо після нього розміщений тільки один рядок тексту.

Розділи повинні мати порядкову нумерацію в межах пояснювальної записки і позначатися арабськими цифрами без крапок, наприклад, 1, 2, 3 і т. ін.

Підрозділи повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу. Номер підрозділу складається із номера розділу і порядкового номера підрозділу, розділених крапкою.

Після номера підрозділу крапка не ставиться, наприклад, 1.1; 1.2 і т.ін.

Номер підпункту контролюється по тому ж принципу з урахуванням порядкових номерів розділу, підрозділів, пунктів і підпунктів, розділених крапкою, без крапки після номера підпункту, наприклад, 1.1.1.1; 1.1.1.2 і т.ін.

Переносити формулу або рівняння на наступний рядок допускається тільки після знаків операцій, які використовуються, причому знак операції на

початку наступного рядка повторюють. При переносі формули або рівняння на знакові множення використовують знак "×".

В пояснювальній записці при зверненні до джерел інформації слід вказувати порядковий номер використаної літератури в послідовності звернень, наприклад, в [1–7].... Далі по смислового значенню. При зверненні до розділів, підрозділ пунктів, рисунків, таблиць, наприклад, "... в розділі 4, дивись 4.5."

1.2.2. Вимоги до оформлення пояснювальної записки

1.2.2.1. Загальні положення

1.2.2.1.1. Пояснювальна записка є текстовим технічним документом, який визначає зміст виконаної роботи [1].

1.2.2.1.2. Пояснювальна записка в короткій і чіткій формі повинна розкривати творчий задум роботи, містити оцінку загального стану питання, вибір й обґрунтування методів розрахунку, аналіз відомих технічних рішень і рекомендації, розрахунок обраного технічного варіанту, техніко-економічне обґрунтування прийнятого варіанту технічного рішення й заходи щодо забезпечення безпечних умов праці. Відповідно до завдання в пояснювальній записці повинен бути наведеним опис застосованих методів та методик розрахунку, розрахунки, оцінки рівня використання комп'ютерної техніки, аналіз результатів, висновки й заключення.

1.2.2.1.3. Пояснювальна записка в короткій і чіткій формі повинна містити обґрунтування обраного технічного рішення, опис об'єкта й предмету розробки. Обґрунтування можуть бути представлені у вигляді порівняльних характеристик обраного рішення з іншими наявними або можливими варіантами, показом їхньої економічності й безпеки.

1.2.2.2. Структура пояснювальної записки

1.2.2.2.1. Пояснювальна записка повинна виконуватись в зазначеній в п. 1.2.1.1 послідовності.

1.2.2.2.2. Правила виконання структурних частин записки встановлені ДСТУ 3008-95 [1].

1.2.2.3. Правила оформлення пояснювальної записки

1.2.2.3.1. Загальні положення.

Структурні частини пояснювальної записки – реферат, зміст, введення, перелік умовних позначок символів та скорочень, висновок, список використаних джерел, додатки – повинні розміщатися на окремих сторінках і мати заголовки, які виконують симетрично тексту прописними буквами, креслярським шрифтом, наприклад: "РЕФЕРАТ", "ЗМІСТ" і т.ін.

1.2.2.3.2. Титульний лист.

1.2.2.3.2.1. Титульний лист є першим аркушем записки, але номер листа на ньому не ставиться.

1.2.2.3.2.2. Бланк титульного листа наведено в Додатку А. Він заповнюється креслярським шрифтом, або виконується на комп'ютері.

1.2.2.3.3. Завдання на роботу.

Завдання на курсовий проект видається студенту на початку сьомого семестру. Форма завдання показана в Додатку Б. Тема завдання записується у відповідності з її формулюванням керівником.

Завдання повинно бути підписано керівником і студентом-виконавцем. Завдання вважається другим листом пояснювальної записки. Номер листа на ньому не ставиться.

1.2.2.3.4. Реферат.

1.2.2.3.4.1. Реферат – це короткий виклад змісту документа, що включає основні фактичні відомості й висновки, необхідні для первісного ознайомлення з документом. Заголовком служить слово "РЕФЕРАТ", написане на окремій сторінці.

1.2.2.3.4.2. Реферат пояснювальної записки повинен містити:

- відомості про обсяг пояснювальної записки, кількість ілюстрацій, (креслень, рисунків, графіків, схем, діаграм, таблиць), використаних джерел і додатків;
- текст реферату, який включає: основну частину, що відображає суть виконаної роботи, конкретні відомості, які розкривають зміст пояснювальної записки, короткі висновки відносно особливостей застосування отриманих результатів.

Відомості записують за формою: "Пояснювальна записка 90 с, 8 рис.; 16 табл.; 12 використаних джерел; 3 дод."

Текст реферату повинен відображати основний зміст записки, включаючи якнайбільше інформації, що міститься в ній і починатися з викладу суті роботи. Текст на пункти не ділять.

1.2.2.3.4.3. Обсяг реферату не повинен перевищувати однієї сторінки рукописного тексту.

1.2.2.3.4.4. Реферат поміщають після завдання на роботу.

Приклад оформлення реферату наведений в Додатку А.

1.2.2.3.5. Зміст.

1.2.2.3.5.1. Пояснювальна записка повинна мати зміст, що поміщають після реферату.

1.2.2.3.5.2. Зміст включає структурні частини записки в послідовності: реферат, перелік умовних позначок символів та скорочень, вступ, найменування розділів і підрозділів основної частини пояснювальної записки,

висновок, список використаної літератури, додатки із вказівкою номерів сторінок, на яких розміщується початок матеріалу. Номера сторінок повинні бути написані так, щоб розряди чисел були розташовані один під іншим. Слово "сторінка" або його скорочення не пишуть.

1.2.2.3.5.3. Найменування розділів і підрозділів основної частини й інших структурних частин записки пишуться малими літерами (крім першої прописної) разом з їхніми порядковими номерами.

1.2.2.3.6. Вступ.

1.2.2.3.6.1. У вступі необхідно коротко охарактеризувати сучасний стан технічної задачі, якій присвячена робота, і показати актуальність і новизну розроблюваної теми.

У вступі треба обґрунтувати необхідність використання енерго- та ресурсозберігаючих технологій освітлення на сучасному рівні розвитку техніки. Дати короткий аналіз сучасного стану освітлення, переваги і недоліки окремих видів, перспективи розвитку цього напрямку науки і техніки. В кінці вступу необхідно обґрунтувати актуальність теми роботи.

Історичні довідки, опис раніше опублікованих робіт і загальновідомі положення у вступі не приводяться.

1.2.2.3.6.2. Обсяг вступу не повинен перевищувати однієї сторінки рукописного тексту.

1.2.2.3.7. Основна частина.

1.2.2.3.7.1. Зміст основної частини пояснювальної записки відображає завдання на проект і уточнюється керівником роботи, залежно від профільності її теми.

1.2.2.3.7.2. Обсяг основної частини пояснювальної записки повинен бути не більше 50 сторінок, розділів, присвячених економіці й безпеці життєдіяльності, в цілому – 10-12 сторінок.

1.2.2.3.7.3. Текст основної частини розділяють на розділи. Якщо цього вимагає виклад, їх розділяють на підрозділи або пункти [1].

1.2.2.3.7.4. Кожен розділ і підрозділ повинні мати найменування, що відповідає його змісту. Найменування повинне бути коротким. Перенос слів у найменуванні не допускається. Крапку наприкінці найменування не ставлять. Якщо найменування складається із двох пропозицій, їх розділяють крапкою. У кінці пункту ставиться крапка. Назва пункту пишеться без виділення по тексту.

1.2.2.3.7.5. Найменування розділу записують у вигляді заголовка (симетрично тексту) прописними буквами; підрозділу - з абзацу малими літерами (крім першої прописної).

1.2.2.3.7.6. Відстань між найменуванням розділу й наступним текстом або найменуванням підрозділу повинне бути 10 мм, між найменуванням розділу й попереднім текстом - 15 мм.

Відстань між найменуванням підрозділу й наступним текстом повинне бути 10 мм.

1.2.2.3.7.7. Розділи повинні бути пронумеровані арабськими цифрами із крапкою. Висота цифр така ж, як прописних букв у найменуванні розділу.

1.2.2.3.7.8. Підрозділи повинні мати нумерацію в межах кожного розділу. Номера підрозділів складаються з номера розділу й підрозділу, розділених крапкою. Наприкінці номера підрозділу так само повинна ставитися крапка, наприклад: 1.2. (другий підрозділ першого розділу).

1.2.2.3.7.9. Розділи й підрозділи ділять на пункти. Якщо розділ не має підрозділів, то нумерація пунктів у ньому повинна бути в межах цього розділу, і номер пункту повинен складатися з номера розділу й пункту, розділених крапкою. Наприкінці номера підпункту також повинна ставитися крапка, наприклад:

1. МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ

- 1.1.}
- 1.2.} нумерація підрозділів першого розділу, не розділеного на пункти.
- 1.3.}

2. РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ

- 2.1.}
- 2.2.} нумерація підрозділів другого розділу, не розділеного на пункти.
- 2.3.}

1.2.2.3.7.10. Якщо розділ має підрозділи, то нумерація пунктів повинна бути в межах підрозділу, і номер пункту складається з номерів розділу, підрозділу й пункту, розділених крапками, наприклад:

3. ПРАВИЛА РОЗМІЩЕННЯ ТЕКСТУ

3.1. Загальні вимоги

- 3.1.1.}
- 3.1.2.} нумерація пунктів першого підрозділу третього розділу
- 3.1.3.}

3.2. Числа й знаки в тексті

- 3.2.1.}
- 3.2.2.} нумерація пунктів другого підрозділу третього розділу
- 3.2.3.}

Якщо розділ або підрозділ складається з одного пункту, він (пункт) також нумерується.

1.2.2.3.7.11. Текст пункту разом з порядковим номером записують із абзацу, а наприкінці ставлять крапку. Цифри, що вказують номери пунктів, не повинні виступати за межі абзацу.

1.2.2.3.7.12. Якщо пункти розділені на підпункти, то номери підпунктам привласнюють в межах пункту, наприклад:

- 3.2.1.1.}
- 3.2.1.2.} – нумерація підпунктів першого пункту другого підрозділу
- 3.2.1.3.} третього розділу.

Якщо розділ не розділений на підрозділи, то номери підпунктів складаються із трьох цифр, наприклад:

1.1.1. }
1.1.2. } – нумерація підпунктів першого пункту першого розділу
1.1.3. }

1.2.2.3.7.13. Перерахування, що містяться в пунктах або підпунктах записують із абзацу.

Наприкінці кожного перерахування ставиться крапка з комою, після останнього ставиться крапка.

1.2.2.3.7.14. Приклад розташування тексту:

1. НАЙМЕНУВАННЯ РОЗДІЛУ.

ПРОДОВЖЕННЯ НАЙМЕНУВАННЯ РОЗДІЛУ

1.1. Найменування підрозділу

Продовження найменування підрозділу

1.1.1. Текст пункту підрозділу. Продовження тексту пункту.

Абзац у тексті пункту:

текст перерахування

продовження тексту перерахування

1.2. Найменування підрозділу.

1.2.1. Текст пункту підрозділу. Продовження тексту пункту.

1.2.1.1. Текст підпункту. Продовження тексту підпункту.

2. НАЙМЕНУВАННЯ РОЗДІЛУ

2.1. Текст пункту розділу. Продовження тексту пункту розділу.

1.2.2.3.8. Висновки.

1.2.2.3.8.1. Висновок повинен містити короткі висновки за результатами виконаної роботи й пропозиції по її використанню, а також оцінку техніко-економічної ефективності від впровадження або господарського чи науково-технічного результату роботи.

1.2.2.3.8.2. Текст висновку допускається розділяти на пункти, що мають порядкову нумерацію, при цьому вступну частину варто нумерувати першим пунктом.

1.2.2.3.9. Перелік умовних позначок, символів та термінів.

1.2.2.3.9.1. Якщо в пояснювальній записці застосовуються умовні позначки, скорочення, символи, одиниці виміру, не передбачені діючими стандартами, а також специфічна термінологія, то їх перелік повинен бути представлений у вигляді окремого списку.

1.2.2.3.9.2. Перелік повинен розташовуватися стовпцем, у якому ліворуч за абеткою приводяться умовні позначки, скорочення й т.ін., а праворуч - їх детальна розшифровка.

1.2.2.3.9.3. Перелік рекомендується приводити в такій послідовності:
скорочення (у тому числі й аббревіатурні);
умовні, (буквені) позначення;
символи хімічних елементів і з'єднань;
одиниці вимірювання;
терміни.

1.2.2.3.9.4. Для літерних позначень установлений наступний порядок запису: спочатку повинні бути наведені за абеткою умовні позначки українського алфавіту, потім – латинського й останніми – грецького.

1.2.2.3.9.5. Якщо який-небудь елемент повторюється менш трьох разів, у перелік він не вноситься, а їх розшифровку приводять у тексті при першому згадуванні, наприклад: "Світлодіодне джерело світла (СД ДС)".

1.2.2.3.9.6. Якщо в записці всі умовні позначки, символи, одиниці виміру, терміни повторюються менш трьох разів, перелік не становлять.

1.2.2.3.10. Список використаних літературних джерел.

1.2.2.3.10.1. Джерелами є: книги, частини добутоків, статті, нормативно-технічні документи, патентні документи звіти про науково-дослідну роботу, дисертації, техніко-економічні нормативи й норми, типові проекти й креслення, прейскуранти, реферати й рецензії, опубліковані у вигляді окремих виробів.

На літературні джерела, використані в пояснювальній записці, робиться список.

1.2.2.3.10.2. Джерела в список записують за встановленими правилами (ДСТУ 3008-95 [1]), розташовуючи їх у порядку появи на них посилань у тексті записки. Опис джерела включають до списку тільки один раз.

1.2.2.3.10.3. Опис джерела складається з елементів, що становлять відомості про неї.

а) Відомості про книги повинні включати:

прізвище й ініціали автора;

заголовок книги;

місце видання;

видавництво;

рік видання;

число сторінок.

Прізвище автора вказують у називному відмінку.

Приклад: Говоров П.П., Пилипчук Р.В., Токмань А.І., Щиренко В.В., Яремчук Р.Ю. Освітлення промислових об'єктів. Тернопіль: Джура, 2008. – 388 с.

Говоров П.П., Кришталь В.С. Керування параметрами й режимами освітлювальних установок з урахуванням світлокольорового впливу на людину // Технічна електродинаміка.-К.: Інститут електродинаміки НАН України. 2007.- Тематичний випуск: Силова електроніка та енергоефективність, Ч.3.- с.125-128.

б) Відомості про стандарт або технічні умови повинні включати:
позначення документа;
основний заголовок;
дату введення.

Приклади: ДСТУ 3008-95 Державний стандарт України. Документація. Звіти в сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. – Введений 01.01.85.

ДБН В.2.5-23-2003 Штучне освітлення. - Введений 01.01.2003.

в) Відомості про технічні документи (типові проекти, типові технічні процеси, промислові каталоги, прейскуранти й т.п.) повинні включати:

найменування;
вид документа;
організацію, що випустила документ;
місто;
рік випуску.

Приклади: Оптові ціни на вироби Полтавського заводу газорозрядних ламп: Прейскурант 24-18-31. – ПГРЛ, 2007.

Вироби ОСП Корпорація «ВАТРА»: Каталог виробів. – Тернопіль: Джура. – 2007.- 228 С.

г) Відомості про рецензії повинні включати:
прізвище й ініціали рецензента;
найменування документа;
прізвище автора й найменування добутку.

Приклад: Говоров П.П. - рец. на кн. Войцеха Жагана "Ілюмінація об'єктів".

д) Відомості про звіт науково-дослідної роботи (НДР) повинні включати:
найменування теми роботи; після найменування приводять слово "Звіт";
прізвище й ініціали керівника НДР;
реєстраційний номер;
інвентарний номер;
найменування організації, що випустила звіт;
місто й рік складання звіту.

Приклад. Розробка автоматизованої системи керування зовнішнім освітленням:

Звіт / Говоров П.П., Перепечений В.О. - ХНАМГ, № ДР 15014246; Інв. № Б 53798. - Харків, 2004.

1.2.2.3.10.4. Відомості про дисертації повинні включати:

прізвище автора;

найменування теми;

місто й рік зашиті дисертації.

Приклад. Велит І.А. Вплив складу амальгами на спектральні характеристики натрієвих ламп високого тиску Дис.канд.техн.наук. - Харків, 2007. - 165 с.

1.2.2.3.10.5. Елементи відомостей про джерела повинні мати умовні розділові знаки:

/ (косу лінію) - перед відомостями про автора;

: (двокрапка) - перед найменуванням видавництва або організації, що видає;

, (кома) - між прізвищами авторів, а також перед датою видання;

.- (крапка й тирі) - перед відомостями про видання;

; (крапка з коми) - перед перерахуванням декількох робіт;

// (дві косих лінії) - перед відомостями про документ, у якому поміщена складова частина;

() (круглі дужки) - при додаткових відомостях.

1.2.2.3.10.6. Елементи, граматично зв'язані в одній пропозиції, не розділяють знаками. Для більше чіткого розведення елементів необхідно застосовувати пробіл в один друкований знак після розділового знака, крім знака " . - " (крапка й тире). Перше слово кожного елемента починає із прописної букви.

1.2.2.3.11. Додатки.

1.2.2.3.11.1. Ілюстраційний матеріал, таблиці, текст допоміжного характеру або самостійно випущені конструкторські документи (наприклад схеми, габаритні креслення й ін.) можуть бути оформлені у вигляді додатків.

1.2.2.3.11.2. Якщо в записці більше одного додатка, їх нумерують буквами, наприклад: ДОДАТОК В, ДОДАТОК Д і т.ін. крім букв «Г, Є, І, Ї, Й, О, Ч, Ь». Нумерація повинна бути наскрізною у межах усього документа.

У змісті всі додатки повинні бути перераховані.

1.2.2.3.11.3. На додатки повинні бути посилання у відповідних розділах і підрозділах.

Якщо додаток один, його не нумерують і при посиланні записують повністю; якщо має номер - скорочено. Наприклад: "...у додатку", "... дод. В".

1.2.2.3.11.4. Додатки до документів можуть бути обов'язковими, що рекомендують і довідковими.

1.2.2.3.11.5. Кожен додаток повинен починатися з нового аркуша (сторінки) із вказівкою в правому верхньому куті першого аркуша слова "ДОДАТОК" без лапок прописними буквами.

Слова, що визначають ступінь обов'язковості додатка (обов'язкове, що рекомендує, довідкове), виконують малими літерами (крім першої прописної) під словом "ДОДАТОК".

При необхідності додаток може мати заголовок, що записують симетрично тексту прописними буквами нижче слова "ДОДАТОК".

1.2.2.3.11.6. Текст, ілюстрації й таблиці в додатках оформляють за встановленими правилами. Ілюстрації й таблиці нумерують у межах кожного додатка.

1.2.2.3.11.7. Додатки, як правило, виконують на аркушах формату А4; допускається - на аркушах формату А3, А2, А1 за ГОСТ 2.301-68.

1.2.2.3.11.8. Додаток оформляють:

- продовженням записки; у цьому випадку додатки повинні мати наскрізну нумерацію сторінок, загальну для всієї записки;
- у вигляді окремого документа; у такому випадку додатки оформляють за загальними правилами; при необхідності такий додаток може мати "Зміст".

1.2.2.4. Правила викладу тексту.

1.2.2.4.1. Загальні вимоги.

Текст варто викладати коротко, чітко, з однозначним його тлумаченням. Мова викладу повинна бути простою, характерною для наукових і технічних документів. Застосовувати словосполучення розмовної мови не допускається. Необхідно уникати зайвих вступних фраз і складних словосполучень; необхідно заміняти їх декількома простими.

Застосовувана термінологія повинна відповідати встановленій в стандартах; при їх відсутності вона повинна бути загальноприйнятою в науково-технічній літературі.

Якщо в пояснювальній записці прийнята специфічна термінологія, то повинен бути наведений перелік прийнятих термінів з відповідними роз'ясненнями.

Якщо спеціальні терміни повторюються менш трьох разів, перелік не становлять, а їх роз'яснення приводять у тексті при першому згадуванні.

Не допускається застосовувати:

- для того самого поняття різні науково-технічні терміни, близькі за змістом (синоніми);
- тавтологічні словосполучення, наприклад: хронометраж часу; промислова індустрія; преїскурант цін; у січні місяці;
- іноземні слова й терміни при наявності рівнозначних слів і термінів в українській мові застосовувати не допускається.

Наприклад:

репродукувати – відтворювати, відтворити; превалювати – переважати; лідирувати – очолювати, випереджувати.

Найменування предметів, об'єктів й ін., застосовувані в тексті, під ілюстраціями, у таблицях і додатках повинні бути однаковими.

У тексті в найменуванні предметів, об'єктів на першому місці повинне бути визначення (ім'я прикметник), а потім найменування предмета (ім'я іменник), наприклад: "Сонячна батарея".

У реквізиті "Підпис" ініціали повинні розташовуватися перед прізвищем, в інших випадках ініціали ставляться після прізвища.

1.2.2.4.2. Скорочення.

Слова в тексті, як правило, скорочувати не допускається.

Виключення становлять скорочення слів і словосполучень, загальноприйняті в російській мові й установлені відповідними державними стандартами.

Скорочення слів і словосполучень, дозволених до застосування в анотаціях і рефератах, установлені ДСТУ. Список деяких слів і словосполучень із цього стандарту, їх скорочення й область застосування наведені нижче.

Скорочення деяких слів і словосполучень, загальноприйняті в українській мові, наведені нижче.

Слово (словосполучення)	Скорочення	Умова застосування
Тобто	тобто	у всіх випадках
і тому подібні	і т.п.	наприкінці фрази
І так далі	і т.д.	те ж
І багато інші	і б. ін.	
Та інше	й ін.	
І інші	і ін.	

Примітка. Не слід скорочувати словосполучення: тому що; повинне бути; так що; у такий спосіб; головним чином; так званий.

Дозволяється застосовувати скорочення слів і словосполучень, характерні для певної галузі або області діяльності (застосування вузькоспеціальних термінів). Записують такі скорочення одним зі способів:

- безпосередньо в тексті (у дужках після повного найменування при першому згадуванні), якщо кожне з них повторюється не більше 3-5 разів. Наприклад: "Світлотехнічний прилад" (СП);

- У переліку стовпцем (скорочене найменування ліворуч - повне найменування праворуч), якщо кожне з них повторюється не менш 3-5 разів. Наприклад: РУ - ручне управління;

АК - автоматичне керування;

ЕБ - електронний блок.

Такий перелік скорочень поміщають перед вступом.

Якщо в тексті приводяться написи, що пояснюють, наносимі безпосередньо на виготовлений виріб (наприклад, на планки, таблички до елементів керування й т.п.), то їх виділяють шрифтом (без лапок), наприклад, ВКЛ., ВІДКЛ., або лапками - якщо напис складається із цифр й (або) знаків.

Найменування команд, режимів, сигналів і т.п. у тексті варто виділяти лапками. Наприклад: "Включено". Найменування, що складається з декількох слів, при повторному його згадуванні в тексті рекомендується писати в скороченому виді, наприклад: "Пояснювальна записка до магістерської роботи" варто писати "Записка", "Сонячна батарея" – "Батарея". Тут при згадуванні повного найменування в дужках пишуть "надалі" і його прийняте скорочення, наприклад: "магістерська робота (надалі – робота)".

Довільні словотвору застосовувати не допускається.

Наприклад:

Правильно:

державний бюджет

механічна обробка

технологічний процес

технічна документація

господарський договір

Неправильно:

держбюджет

мехобробка

техпроцес

техдокументація

госпдоговір

Слова *тах* й *мін* застосовують у скороченому виді тільки для індексів.

У тексті ці слова варто писати по-українськи: максимальний, мінімальний.

Складноскорочені слова зі значенням власного імені, утворені частково з початкових звуків, частково з усічених слів, пишуться в першій частині прописними буквами, у другий – рядковими, наприклад: ВНДПмаш. Такі слова склоняються. Наприклад: ВНДПмашем.

1.2.2.4.3. Числа й знаки в тексті.

Абстрактні числа до дев'яти пишуться словами, понад дев'ять - цифрами. Наприклад: три криві, 10 розподілів.

Числа з одиницями виміру з значення пишуть цифрами. Наприклад: 3 м, 5 грн., 12 кг.

Дробові значення пишуть тільки цифрами. Наприклад: 1/3 суміші.

Порядкові числівники пишуть цифрами в супроводі скорочених відмінкових закінчень. Наприклад: 2-а лінія, 5-а графа, 7-й день.

При декількох порядкових числівниках відмінкове закінчення погоджують із останнім з них. Наприклад: 3,4 та 5-й графіки.

Кількісні числівники пишуть без відмінкових закінчень. Наприклад: в 12 випадках, на 20 аркушах.

Дати пишуть без відмінкових закінчень. Наприклад: 21 квітня, але в 40-х роках, 70-і роки.

При римських цифрах відмінкові закінчення не пишуть. Наприклад: на XVII Міжнародній науково-технічній конференції.

При вказівці обмежувальних норм перед числовими значеннями пишуть слова: "не менш", або "не більше", "від", "до", "понад". Наприклад: товщина покриття не більше 0,2 мм.

При вказівці меж величин рекомендується словосполучення "від...до" замінити тире. Наприклад: пп. 7-12, рис.1-4, товщина покриття 0,5-2,0 мм.

Словосполученням "від...до" варто користуватися, якщо в межі величин перебувають негативні значення. Наприклад: від плюс 8 до мінус 5°C; від мінус 6 до мінус 10°C.

У тексті перед числовими величинами ставити тире не допускається, щоб не поплутати його зі знаком мінус. Наприклад: температура повітря 20°C.

Для величин, що мають негативне значення, додають слово "мінус". Наприклад: температура повітря мінус 20°C. Якщо приводяться тільки позитивні значення величин, то знак плюс перед ними не ставлять. Наприклад: від 10 до 20°.

У тексті не допускається застосовувати без числових або буквених значень:

- математичні знаки: \geq (більше або дорівнює); \leq (менше або дорівнює); $=$ (дорівнює), \neq (нерівно), 0 (нуль); \log (логарифм), \sin (синус), \arcsin (арксинус) і ін.;

- знаки: № (номер); % (відсоток); °C (градус Цельсія); d (діаметр) і др.;

- індекс стандартів (ДСТУ, ГСТ, РОТ, СТП, СГ СЕВ) без реєстраційного номеру.

У тексті знаки й індекси стандартів пишуть словами. Наприклад: відсоток змісту домішок, державний стандарт.

Знаки №, %, і ° при позначенні множини не подвоюють.

1.2.2.4.4. Одиниці фізичних величин.

У документах значення одиниць фізичних величин повинні виражатися в одиницях:

SI (основні, додаткові, похідні), десяткові кратні й дольні від них; що допускають до застосування нарівні з одиницями SI; строк вилучення яких установлений відповідно до міжнародних угод.

Застосування, позначення й написання одиниць, фізичних величин повинні відповідати діючим стандартам.

1.2.2.4.5. Формули.

Позначення символів і числових коефіцієнтів, що входять у формулу, повинні відповідати встановленим у відповідних стандартах. Їх значення повинні бути наведені безпосередньо під формулою.

Усі значення розташовують в ряд, дотримуючи послідовності, з якої вони наведені у формулі. Перший рядок розшифровки повинна починатися: зі слова "де" без двокрапки після нього, після формули перед "де" ставиться кома. Наприклад:

$$R_t = R_{20} + \alpha \cdot (t - 20) + \beta \cdot (t - 20)^2, \quad (1.1)$$

де R_t – опір при температурі $t=0^\circ\text{C}$; R_{20} – опір при температурі $t=20^\circ\text{C}$; α, β – коефіцієнти.

У поясненнях позначень величин до формул допускається застосування позначень одиниць без числових значень.

Розміщення позначень одиниць в одному рядку з формулами, що виражають залежності між величинами або між їхніми числовими значеннями, представленими в буквеній формі, не допускається.

Правильно:

$V=3,6$

V – швидкість

S – шлях .

t – час

Неправильно:

$V=3,6 \quad \text{км/год}$

V – швидкість в км/год

S – шлях у м;

t – час у с

Літерні позначення одиниць, що входять у добуток, варто відокремлювати крапками на середній лінії, як знаками множення. У машинописних текстах допускається крапку не піднімати.

Правильно:

$N \cdot m$; Н·м

$A \cdot m^2$; А·м²

$P_a \cdot S$; Па·с

Неправильно:

Nm ; Нм

Am^2 ; Ам²

$P_a S$; Пас

Допускаються літерні позначення одиниць, що входять у добуток, відокремлювати пробілами, якщо це не приводить до непорозуміння.

Формули в тексті варто записувати з нового рядка. Вище й нижче кожної формули повинне бути залишене не менш одного вільного рядка. Якщо рівняння не міститься в один рядок, воно повинне бути перенесене після знака рівності (=) або після знаків плюс (+), мінус (-), множення (×) і розподілу (:).

Якщо підряд треба кілька рівнянь, формул або розрахунків по цих формулах, то наприкінці кожного з них ставлять крапку з комою; після останнього - крапку.

Якщо в документі більше однієї формули й по тексту є посилання на них, формули варто нумерувати. Нумерація може бути в межах розділу або наскрізна. Номер формули проставляється в кінці строки на рівні номера аркуша. При нумерації формул за розділами номер формули повинен складатися з номера розділу й порядкового номера формули, розділених крапкою. Наприклад: у формулі (6.2).

Розрахунковий матеріал може викладатися за єдиною із схем.

1. Описуються принципові основи математичної моделі й прийнятого методу розрахунку:

- приводяться розрахункові формули з розшифровкою символів і коефіцієнтів (алгоритм розрахунку);
- вказується послідовність обчислень (блок-схема розрахунку, програма розрахунку);
- записуються вхідні дані для розрахунку;
- приводяться результати розрахунку за допомогою таблиць і графіків.

2. Обчислення приводяться безпосередньо по ходу викладення матеріалу:

- дається коротка характеристика прийнятого методу розрахунку;
- записуються вхідні дані для розрахунку;
- вказується показник, що обчислюється;
- записується формула в буквених символах;
- після розшифровки символів повторюється формула з підставленими замість символів у тім же порядку числових значень величин (без проміжних обчислень). У тому випадку, якщо значення символів з якої-небудь причини не приводяться, формула із числовими значеннями, підставленими замість символів, повторюється через знак рівності;
- через знак рівності записується остаточне значення параметра, що обчислюється.

1.2.2.4.6. Таблиці.

Для зручності викладення й читання тексту цифрові й інші дані рекомендується поміщати в таблиці. Структура таблиці повинна відповідати наведеній на рис.1.1.

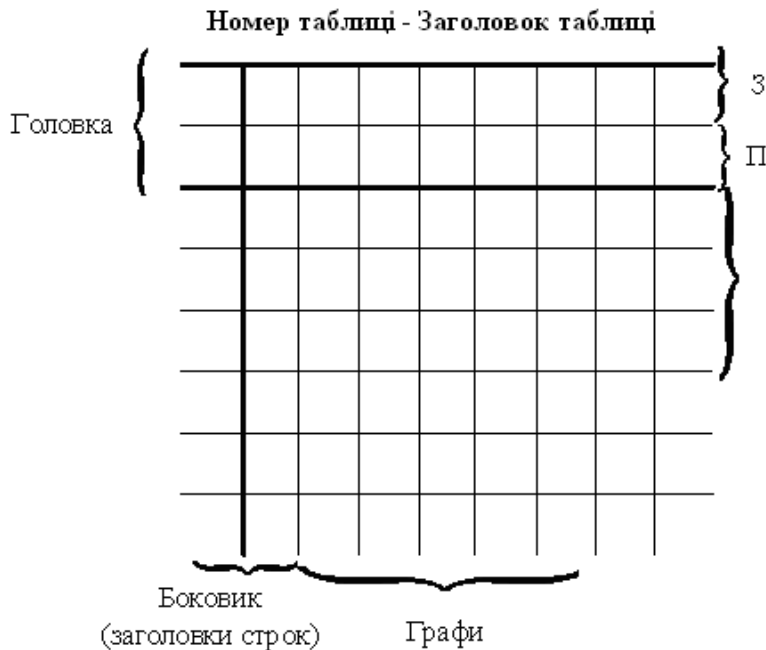


Рис.1.1. - Структура таблиці

Розміри таблиць вибирають довільно, залежно від матеріалу, що поміщається.

Горизонтальні лінії в таблиці проводити не рекомендується. Якщо таблиця розбита на рядки, то висота їх повинна бути не менш 10 мм. Записи в рядках роблять в один ряд. Рядки граф не повинні бути порожніми.

У головці таблиці поміщають заголовки й підзаголовки граф. Діагональний розподіл головки таблиці не допускається.

Заголовки й підзаголовки граф виконують малими літерами (крім першої прописної). Якщо підзаголовок становить одну позицію із заголовком, то його починають із рядкової букви. Наприкінці заголовка й підзаголовків розділові знаки не ставлять.

Для скорочення тексту заголовків і підзаголовків окремі поняття, якщо вони пояснені в тексті або наведена на ілюстраціях, дозволяється замінити літерними позначеннями. Наприклад: Д - діаметр, Н - висота, *l* - довжина.

Показники з тим самим літерним позначенням груп розміщують послідовно, у порядку зростання індексів. Наприклад: L_1, L_2, L_3 .

В боковику таблиці поміщають найменування показників, параметрів та інші дані для граф. Текст рядків боковика виконують малими літерами (крім першої прописної). Окрему графу № п/п вводити не доцільно. При необхідності нумерації показників, параметрів або інших даних порядкові номери вказують у боковику таблиці перед їх найменуванням.

Повторюваний текст у графах горизонтальних ліній допускається:

- замінити лапками, якщо він складається з одного слова; замінити словами "те ж", якщо він складається із двох і більше слів, при першому повторенні, а далі лапками;
- замінити словами "те ж" з додаванням додаткових відомостей, якщо повторюється лише частина фрази;
- вказувати значення параметра один раз (на рівні середньої отроки), якщо воно однаково для декількох рядків.

Ставити лапки замість повторюваних цифр, марок знаків, математичних і хімічних символів не допускається.

Якщо цифрові або інші дані в графах не наводять необхідно ставити прочерк.

Якщо найменування в боковику записано в декілька рядків, то в сусідніх графах норми (кількість), виражені в числовому значенні, записують на рівні посліdnього рядка, текстовий матеріал починають на рівні першого рядка.

Цифри в графах, як правило, записують так, щоб класи чисел були під іншими, а числові величини мали однакова кількість десяткових знаків.

Дробові числа приводять у вигляді десяткових дробів, за винятком розмірів у дюймах, які записують по типу: $1/2"$, $1/4"$.

Слова "більше", "не більше", "менш", "не менш", "у межах" при вказівці обмежувальних норм поміщають у боковику або в заголовку графи поруч із найменуванням відповідного параметра або показника після одиниці виміру, відокремлюючи їх комою.

При вказівці послідовних інтервалів величин, що охоплюють всі величини ряду, перед величинами пишуть "від", "до". Наприклад: від 10 до 11, до 12.

В інтервалах, що охоплюють не всі величини ряду, між величинами переважно ставити тире. Наприклад: 4-10, 1300-1500. Межі розмірів вказують від меншого до більшого.

Числові величини, як правило, повинні бути виражені у відповідних одиницях виміру. Вводити окрему графу "Одиниці виміру" не допускається. Позначення одиниць поміщають:

- над таблицею, якщо всі параметри або переважна частина граф мають однакову одиницю вимірювання; позначення одиниць інших параметрів дають у заголовках відповідних граф;
- у заголовках граф, якщо всі параметри в графі мають однакову одиницю виміру;
- у боковику поруч із найменуванням параметра, відокремлюючи їх комою, якщо всі параметри в рядку мають однакову одиницю виміру.

Умовні позначки кутових величин (градуси, хвилини, секунди) при числових значеннях проставляються в кожному рядку; при відсутності горизонтальних ліній вказують тільки в першій.

Таблиці, якщо їх у документі більше однієї, повинні мати порядкові номери. Нумерація, яка може бути в межах розділу або наскрізний; ведеться арабськими цифрами без знака "№".

При нумерації в межах розділу номер таблиці повинен складатися з номера розділу й порядкового номера таблиці, розділених крапкою. Наприклад: Таблиця 2.3 (третя таблиця другого розділу).

Якщо текст документа не розбитий на розділи, таблицям привласнюють порядкові номери в межах усього документа. Наприклад: Таблиця 5, Таблиця 6.

Якщо в документі тільки одна таблиця, номер їй не привласнюють і слово "Таблиця" не пишуть.

Напис "Таблиця 2.3" або "Таблиця 8" поміщують над правим верхнім кутом таблиці, не підкреслюючи. Слово "Таблиця" виконують малими літерами (крім першої прописної). У необхідних випадках таблиця може мати заголовок. Його виконують малими літерами (крім першої прописної й поміщають над таблицею посередині. Заголовок повинен бути коротким і повністю відбивати зміст таблиці.

Якщо таблиця має заголовок, то напис "Таблиця" поміщують над заголовком.

При переносі таблиці на наступний аркуш головку повторюють і над нею пишуть слово "Продовження табл. ..." с вказівкою номера. Наприклад: Продовження табл. 3.4..

Таблицю з більшою кількістю граф ділять на частини й поміщують одну частину під інший, указуючи над наступними частинами слова "Продовження табл. ...". Заголовок у цьому випадку поміщують тільки над першою частиною таблиці.

Записи в таблицях виконують креслярським шрифтом, або за допомогою комп'ютера.

1.2.2.4.7. Ілюстрації.

Для пояснення тексту, що викладає, допускається його ілюструвати графіками, діаграмами, схемами, кресленнями т ін. Для ілюстрації зовнішнього вигляду виробів і робіт, пов'язаних з виготовленням й експлуатацією виробів, рекомендується використати фотознімки з натури. Ілюстрації, що поміщають у тексті, іменують рисунками.

Рисунки, якщо їх у документі більше одного, повинні мати порядкові номери. Нумерація ведеться в межах розділу арабськими цифрами або наскрізь. Номер рисунка при нумерації в межах розділу повинен складатися з номера розділу й порядкового номера рисунку в розділі, розділених крапкою.

Номер записується в супроводі скороченого слова "рисунок". Наприклад: Рис. 1.4 (четвертий рисунок першого розділу).

Якщо текст документа не розбитий на розділи, то рисункам привласнюють порядкові номери в межах усього документа. Наприклад: Рис.1, Рис.2 і т.ін.

Якщо в документі тільки один рисунок, номер йому не привласнюють.

Підпис "Рис.2.4" або "Рис.7" поміщають під рисунком.

Рисунок, якщо це необхідно, може мати найменування, а при необхідності й текст, що пояснює (підрисуючий текст). Найменування поміщають під рисунком у вигляді заголовка й виконують малими літерами (крім першої прописної), дані, що пояснюють – під найменуванням. У цьому випадку номер рисунка поміщають рядом перед заголовком.

Написи на рисунках виконують шрифтом з розміром букв і цифр, прийнятим у тексті документа.

Виконання діаграм, графіків, креслень схем які являються ілюстраціями, повинне відповідати вимогам стандартів ЕСКД.

Рисунок, як правило, варто поміщати після першого згадування в тексті.

Якщо рисунків у розділі мало, дозволяється поміщати їх на одній сторінці наприкінці розділу або оформляти у вигляді додатків.

Якщо після посилання на рисунок іде розгляд ілюстрацій, то в тексті слово "рисунок" пишуть без скорочення й номера, наприклад: "Як видно з рисунку...".

1.2.2.4.8. Посилання.

У тексті, при необхідності, роблять посилання на використані джерела, ілюстрації, таблиці, формули й додатки.

Використані джерела вказують у квадратних дужках [], у дужках записують порядковий номер джерела в міру появи його в тексті, а саме джерело під цим номером записують у список використаних джерел, який поміщають у кінці записки.

Допускається посилання на стандарти (крім стандартів підприємств), технічні умови й інші документи за умови, що вони повністю й однозначно визначають відповідні вимоги й не викликають утруднень у користуванні документами.

Посилання на стандарти підприємств дають у документах, використовуваних на даному підприємстві.

При вказівці на використання якого-небудь технічного нормативно-технічного документа посилатися необхідно на документ у цілому або на його розділи.

При посиланнях на стандарти й технічні умови вказують тільки на позначення; при посиланнях на інші документи – найменування документа; при посиланні на розділ або додаток – їх номери й найменування, при повторних посиланнях – тільки номер.

Посилання на ілюстрації, таблиці й додатки дають по типу: рис. 1.2, табл. 3.4, дод. 2, якщо вони мають порядкові номери й записують повністю, якщо вони не мають номерів, напри мір: рисунок, таблиця, додаток.

У повторних посиланнях на ілюстрації, таблиці й додатки вказують скорочене слово "дивися". Наприклад: див. табл. 4.8, див. рисунок.

Посилання на формули дають у вигляді "формула (2.1.)".

1.2.2.4.9. Примітки.

У примітках до тексту й таблицях указують тільки довідкові й дані, що пояснюють. Примітки до таблиць поміщають під таблицями.

У вступній частині записки поміщати примітки не допускається.

Текст примітки друкують через один інтервал. Слово "Примітка" записують із абзацу. Наприклад:

Примітка. Завдання додається до закінченої магістерської роботи й разом із роботою представляється до ДЕК.

Якщо приміток багато, то пишуть слово "Примітки" і ставлять двокрапку. Наприклад:

Примітки:

1. Приклад обробки результатів визначення місткості міри масовим методом наведений в обов'язковому додатку 4.

2. Масу амальгами при проміжному значенні температури, визначають інтерполяцією.

1.2.2.5. Оформлення пояснювальної записки.

1.2.2.5.1. Пояснювальну записку виконують на аркушах папера для письма формату А4 за ДСТУ 9327-60 (297×210 мм).

Розмір поля, мм: лівого – 30; правого – не менш 10; верхнього й нижнього – 20.

Якщо буде потреба (при виконанні таблиць, ілюстрацій і додатків) допускається використати формат А3 за ДСТУ 3008-95 [1].

1.2.2.5.2. Текст виконують чорним, фіолетовим або синім чорнилом на одній стороні аркуша рукописним способом, чітким розбірливим почерком, основним креслярським шрифтом відповідно до загальних правил правопису, або за допомогою комп'ютера.

Відстань між підставами рядків у тексті повинне бути не менш висоти двох букв, які виконують розміром не менш 2,5 мм.

Формули й умовні знаки виконує креслярським шрифтом; рисунки й таблиці – чорнилом тих же кольорів, що й текст.

Примітка. Якщо почерк у виконавця нерозбірливий, керівник проекту має право вимагати виконання тексту записки креслярським шрифтом, або на комп'ютері.

1.2.2.5.3. Аркуші записки нумерують арабськими цифрами. Номера проставляють у правому верхньому куту.

На титульному аркуші номер не ставлять, але включають його в загальну нумерацію аркушів. Зміст, рисунки й таблиці, виконані на окремих аркушах, роздруківки на комп'ютері, додатки й список використаних джерел також включають у загальну нумерацію. Нумерація повинна бути наскрізною.

1.2.2.5.4. Пояснювальна записка повинна бути зброшурована.

Обкладинку з найменуванням документу можна не поміщати. Дублювання титульного аркуша на обкладинці не дозволяється.

Зшивати записку кольоровими стрічками не дозволяється.

1.2.2.6. Основні написи, шифри й найменування документів.

1.2.2.6.1. Основні написи текстових документів.

Основні написи робляться у текстових документах переважно до курсового проекту конструкторсько-технологічного профілю. Рішення з цього приводу приймається керівником роботи.

В такому випадку у графах основного напису рис. 1.1 й 1.2 (номера граф на формах наведені в дужках) вказуються [2]:

у графі 1 - найменування виробу або теми проекту (відповідно до вимог підрозділу 4.8), а також найменування документа, якщо йому привласнений шифр, наприклад: "Камера K12. Пояснювальна записка". Після найменування виробу й документа крапку не ставлять, перенос слів як правило, не роблять. Рекомендується писати найменування виробу й документа в різних рядках. Найменування документа записують більше дрібним шрифтом. Кращі шрифти 5 й 3,5 м;

у графі 2 - позначення документа. Позначення варто привласнювати відповідно до класифікатора навчальної документації. Шрифт для позначення документа - 7 мм;

у графі 4 - літеру, привласнену даному документу. У навчальній документації з крайній лівій клітці вказують літеру "У". Для дипломних і магістерських робіт призначені літери:

УД - учбовий дипломний проект;

УМ - учбова магістерська робота;

РД - реальний дипломний проект;

РМ- реальна магістерська робота;

У кожній клітці проставляють по одній літері:

у графі 7 - порядковий номер аркуша (на документах, що складаються з одного аркуша, графу не заповнюють);

у графі 8 - загальна кількість аркушів документа;

у графі 9 - розпізнавальний індекс інституту (графу не заповнюють, якщо

розпізнавальний індекс нанесено в позначенні документа. У цьому випадку в графі зазначена група не визначається. Шрифт - 10 мм);

у вільному рядку графі 10 запис роблять за вказівкою керівника розробки. Під час підписання документа консультантом, якщо його підпис не передбачений на; титульному аркуші, у графі вказують "Консул.";

у графі 11 - прізвище осіб (без ініціалів) підписавших документ. При цьому в рядках:

Розробив – прізвище студента;

Перевірив – прізвище керівника.

Примітка. При необхідності замість прізвища керівника вказують прізвище керівника (консультанта) певної частини;

Консультант – прізвище консультанта по даному розділі (Економічний, БЖД, спеціальний тощо);

Нормоконтроль – прізвище особи, що здійснює нормо-контроль документа (як правило керівник проекту).

Примітка. На нормоконтроль представляють пояснювальну записку та креслення з усіма підписами для остаточного його підпису. Черговість підписання в інших графах й обов'язковість підписів встановлюється стандартом ВНЗ;

Затвердив – прізвище завідувача кафедрою.

Примітка. Підписи й прізвища розроблювача, керівника, консультанта й інших осіб повторюють на титульному аркуші й кресленнях;

у графі 12 - підписи осіб, прізвища яких зазначені в графі 11;

у графі 13 - дату підписання документа по типу "01 03 08" (першого березня 2008 року);

у графах 19 й 20 - облік магістерських робіт (після їх здачі);

у графі 32 - позначення формату аркуша за ГОСТ 2.301-68.

Примітка. Графи 14-18 й 21-23 у навчальній документації виконують, але не заповнюють.

1.2.2.6.2. Основні написи графічних документів.

У графі 36 основного напису рис.1.3 вказують умовну позначку стадії проектування: УР – навчальні робочі креслення; РР – реальні робочі креслення; УТР – навчальна затверджувана частина технорабочего проекту; РТР – реальна затверджувана частина технорабочего проекту; УТП – навчальний технічний проект; РТП – реальний технічний проект.

1.2.2.6.3. Основні написи технологічних документів.

Основні написи для технологічних документів повинні відповідати вимогам діючих стандартів.

Основні написи для технологічних документів, на розробку яких ще не затверджені державні стандарти, виконують по формах (див. рис. 1.1 та 1.2).

1.2.2.6.4. Шифри й найменування документів.

Шифри документів й їхніх найменувань повинні відповідати ДСТУ 3008-95 та іншим стандартам на правила виконання конкретних документів, а також настоящим методичним вказівкам.

Шифри найбільше часто застосовуваних у навчальному процесі документів наведені на рис.1.3.

Примітка. Курсовому проекту в цілому шифр не привласнюють (робота не документ, а комплект документів).

1.2.2.7. Правила виконання креслень.

При виконанні й оформленні графічної частини курсового проекту (креслень, схем, графіків, плакатів і т.ін.) необхідно строго дотримувати їх відповідність ЕСКД. У даних методичних вказівках наведені загальні правила виконання креслень.

ДСТУ 3008-95 (Формати) встановлює формати аркушів креслень й інших документів на конструкторську документація всіх галузей промисловості й будівництва.

Формати аркушів визначаються розмірами зовнішньої рамки, виконуваною тонкою суцільною лінією (рис.1.2). Розрізняють основні (табл.1.1) і додаткові формати.

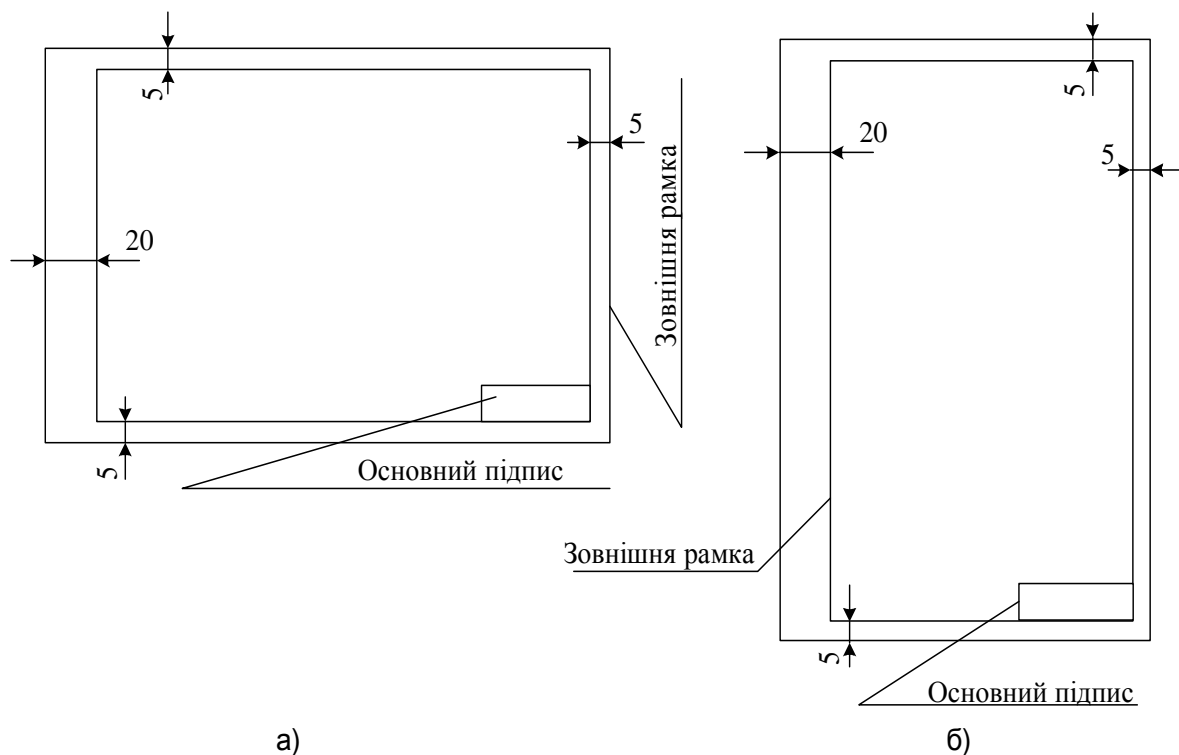


Рис.1.2. - Формати аркушів визначені розмірами зовнішньої рамки

Таблиця 1.1.

Позначення формату	Розміри сторін формату в мм
A0	841×1189
A1	594×841
A2	420×594
A3	297×420
A4	210×297

Застосування додаткових форматів, допускається утворенням збільшених коротких сторін основних форматів на величину, кратну їхнім розмірам. Позначення похідного формату складається з позначення основного формату і його стислості згідно табл. 2, наприклад, A0×2, A4×8 й т.ін.

Рамку креслення виконують суцільною основне лінією на відстані 5 мм від верхньої, надший і правої сторони, зовнішні рамки. З лівої сторони залишають поле шириною 20 мм для підшивки й брошюровки креслень. Варто мати на увазі, що готові формати креслярського паперу мають розміри більше, чим зовнішня рамка формату. Кожне креслення повинне супроводжуватися основним підписом.

Основні написи, форми, розміри, зміст і розташування написів на кресленнях і їх схема-форма наведені на рис.1.3.

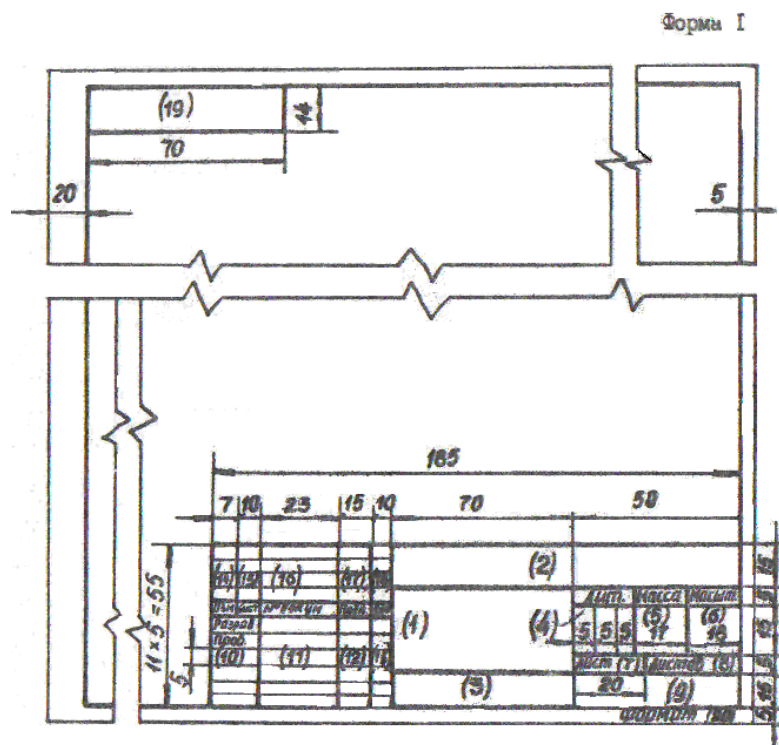


Рис.1.3. - Розташування основних написів на кресленнях

Допускається для наступних аркушів креслень і схем застосовувати форму приведену на рис.1.4.

Основні надписи розташовують у правому нижньому куті конструкторських документів. На аркушах формату А4 основні написи розташовуються уздовж короткої сторони аркуша. На інших форматах – по будь-якій стороні аркуша.

У графах основного напису (номера граф на формах показані в дужках) указують:

- у графі 1 - найменування виробу та найменування документу;
- у графі 2 - позначення документа (для магістерських й дипломних робіт пропонується позначати, як показано на рис.1.2);

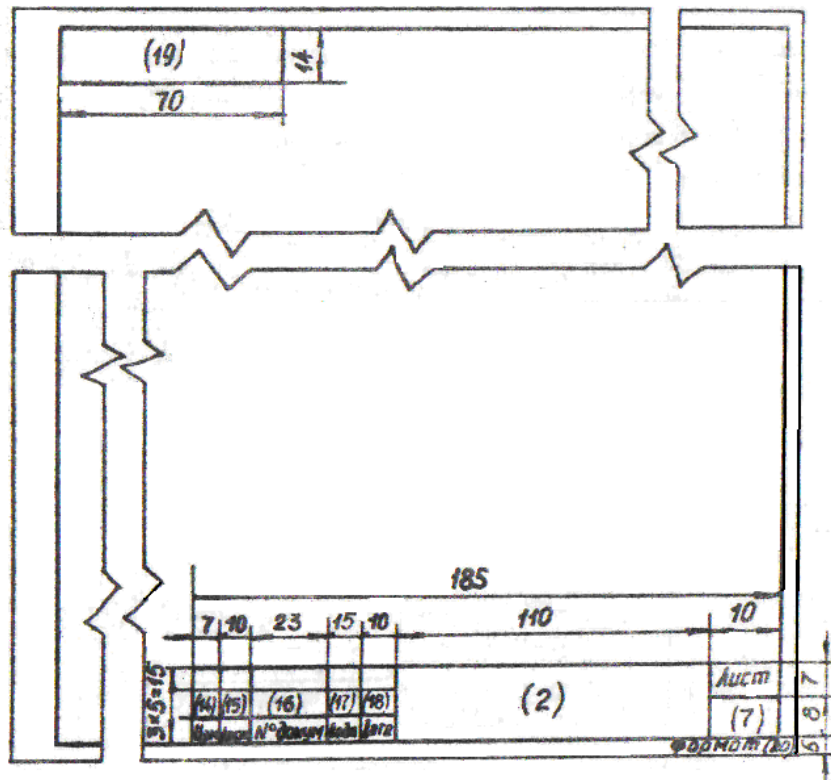


Рис.1.4. - Основний напис для креслень схем і текстових конструкторських наступних аркушів документів

у графі 3 - позначення матеріалу деталі (графу заповнюють тільки на кресленнях деталей);

у графі 4 - літеру, привласнену даному документу;

у графі 5 - масу виробу;

у графі 6 - масштаб;

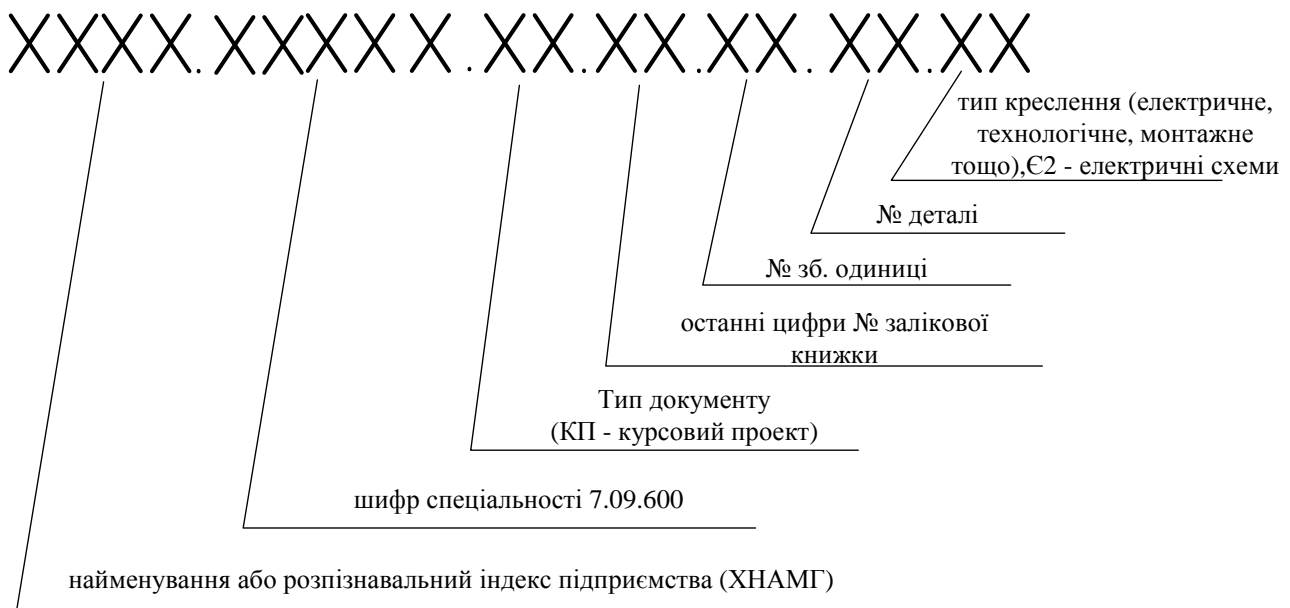
у графі 7 - порядковий номер аркуша (на документах, що складаються з одного аркуша, графу не заповнюють);

у графі 8 - загальна кількість аркушів документа (графи заповнюють тільки на першому аркуші);

у графі 9 - найменування або розпізнавальний індекс підприємства, що випускає документ (графу не заповнюють, якщо розпізнавальний індекс мається в позначенні документа);

у графі 10 - характер роботи, виконуваної особою, що підписала документ, наприклад, "Розробив", "Перевірів", "Розрахував", "Затвердив" і т.ін., а також "Начальник лабораторії", "Т.контр.", "Н.контр." і т.ін.

- у графі 11 - прізвища осіб, що підписали документ;
- у графі 12 - підписи осіб, прізвища яких зазначені в графі 11;
- у графі 13 - дату підписання документа;
- у графах 14-18 - графи таблиці змін, які заповнюються у відповідності з вимогами ДСТУ 2.503-74;
- у графі 19 - позначення документа, повернене на 180°;
- у графі 20 - позначення формату аркуша за ДСТУ 2.301-68;



Стандарт не поширюється на креслення, отримані фотографуванням, а також на ілюстрації в друкованих виданнях і т.ін.

Масштаби зображень на кресленнях повинні вибиратися виходячи з наступного:

- при проектуванні генеральних планів великих об'єктів допускається застосовувати масштаби 1:2000; 1:5000; 1:10000; 1:20000; 1:25000; 1:50000.
- у необхідних випадках допускається застосовувати масштаби збільшення (100n):1, де n - ціле число.

Масштаб, зазначений у призначеній для цього графі основного напису креслення повинен позначатися по типу 1:1; 1:2; 2:1 і т.ін., а в інших випадках - по типу М 1:1; М 1:2; М 2:1 і т.ін.

Найменування креслення, товщина ліній стосовно товщини основної лінії й основні призначення ліній повинні відповідати зазначеним у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Масштаби зменшення	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
Натуральная величина	1:1
Масштаби збільшення	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1




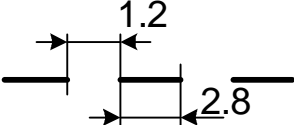
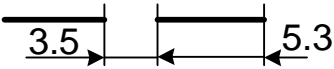
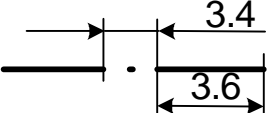
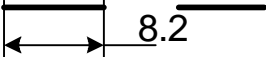

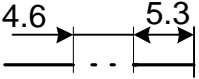
Товщина суцільної основної лінії S повинна бути у межах від 0,5 до 1,4 мм залежно від величини й складності зображення, а також від формату креслення.

Товщина ліній того самого типу повинна бути однакою для всіх зображень на даному кресленні, що вичерчують в однаковому масштабі.

Креслярські шрифти, наносимі на креслення й інші технічні документи всіх галузей промисловості й будівництва мають наступні типи: тип А без нахилу, тип А с нахилом, тип Б без нахилу, тип Б с нахилом. Розміри шрифту: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

Рекомендуються розмірні числа на кресленнях виконувати шрифтом 5; написи позначень, видів, розрізів, перетинів й т.ін. – шрифтом 7; технічні вимоги писати шрифтом 5.

Таблиця 1.3

Найменування	Креслення	Товщини лінії відносно товщини основної лінії
Товста основна		$S = 0.5 \dots 1.4 \text{ мм}$
Призначення - лінії видимого контуру, лінії переходу видимі, лінії контуру перетину винесеного й вхідного до складу розрізу		
Суцільна тонка		от $S/3$ до $S/2$
Призначення - лінії контуру накладеного перетину, лінії розмірні й що виносять, лінії штрихування, лінії-винесення, полки ліній-винесень і підкреслення написів, лінії для зображення прикордонних деталей, лінії обмеження зносок елементів на видах, розрізах, перетинах; Лінії переходу уявлювані; сліди площин.		
Суцільна хвиляста		от $S/3$ до $S/2$
Призначення - лінії обриву; лінії розмежування виду й резерву.		
Штрихова		от $S/3$ до $S/2$
Призначення - лінії невидимого контуру; лінії переходу невидимі.		
Штрихпунктирна тонка		от $S/3$ до $S/2$
Призначення - лінії осьової й центрові; лінії перетинів, що є осями симетрії для накладених і винесених перетинів		
Штрихпунктирна товста		от $S/3$ до $S/2$
Призначення - лінії, що позначають поверхні, що підтримують термообробці або покриттю; лінії для зображення елементів, розташованих перед січною площиною		
Розімкнута		от $S/2$ до $2/3 S$
Призначення - лінії перетинів		
Суцільна тонка зі зламами		от S до $1 \frac{1}{2} S$
Призначення - довгі лінії обриву		
Штрихпунктирна із двома крапками тонка		от $S/3$ до $S/2$
Призначення лінії згину на розгорненнях; лінії для зображення частин виробів у крайніх або проміжних положеннях; лінії для зображення розгорнення, сполученої з видом		

1.3. Виконання графічної частини

Графічна частина проекту складається з креслень формату 594×841 мм (формат А1). На кресленнях відбивають основні рішення по проекту: план-схема та принципова схема мереж до 1000 В (аркуш 1); схема і конструкція ввідно-розподільного пункту (ВРП) та схема внутрібудинкових мереж (аркуш 2).

При виконанні креслень варто керуватися вимогами відповідних ДСТ та ЕСКД: формати – 2.301-68, масштаби – 2.302-68, лінії – 2.303-68, шрифти – 2.304-80, зображення – види, розрізи, перетини – 2.305-68, позначення графічних матеріалів – 2.306-68, нанесення розмірів – 2.307-68, правила виконання електричних схем – 2.702-85, позначення умовні в схемах – 2.722, 2.723, 2.725, 2.727, 2.732-88, умовні позначки електропідстанцій та ВРП у схемах електропостачання – 2.747-88, позначення роду струму й напруги – 2.750-88, позначення в схемах ліній електричного зв'язку – 2.751-88, позначення умовні графічні електричного устаткування силових та освітлювальних мереж на планах – 2.754-72, 2.710-81 (Ст. СЕВ 2182-80).

У буквених і цифрових позначеннях на кресленні вказують позначення або найменування джерела живлення, мережі й трансформаторних підстанцій. Наприклад, ПС 110/10 кВ «А» (№1) 2×10000 кВА; підстанція 110/10 кВ, найменування (номер) підстанції, потужність кожного із двох трансформаторів;

$\frac{ТПП}{1 \times 400}$ – трансформаторна підстанція №1 з одним трансформатором на 400 кВА.

На плані мережі й принциповій схемі вказують напругу мережі, довжину лінії (км) і марки проводів і кабелів. При цьому марку і перетин кабелів проставляють зверху лінії, що позначає кабель, а довжину лінії (км) – знизу під рисою:

$$\frac{ААБ - 1(3 \times 70 + 1 \times 50)}{0,35}.$$

У випадку виконання лінії декількома кабелями, вказується їх число:

$$\frac{2 ААБ - 1(3 \times 70 + 1 \times 50)}{0,35}.$$

На плані мережі необхідно навести картограму електричних навантажень у вигляді окружностей, площі яких у певному масштабі відповідають розрахунковому навантаженню об'єкта. Площину, обмежену навкруги, штрихують косими лініями, а всередині в просвіті цифрами проставляють величину розрахункової потужності. При необхідності, окружність ділиться на сектори пропорційно активній та реактивній потужності, напрузі електроприймачів, або силовому й освітлювальному навантаженню. На кресленні в правому куті вичерчують основний напис установленого зразка (рис.1.3).

Над основним написом на аркуші 1 приводиться специфікація на кабельні вироби та ВРП із вказівкою їхнього типу, потужності й кількості, номери шаф з вимикачами, що встановлювані на джерелах живлення.

На аркуші 2 наводиться специфікація комплектуємих заводських виробів і устаткування з вказівкою їх паспортних даних (тип шафи або панелі, привласнені заводом, номер і марка схеми, напруга, струми, шафи в цілому, або встановленого в ньому окремого устаткування). Технічні дані електроустаткування вказують на схемі електричних з'єднань, а шаф – на плані та на схемі.

1.4. Завдання на проектування

Вхідними даними для проектування є план мікрорайону в масштабі 1:2000 і завдання, у якому наведені наступні дані:

1.4.1. Характеристика житлових будинків (поверховість, кількість під'їздів, секцій, число квартир, наявність ліфтів, газифікація або оснащення електроплитами й ін.);

1.4.2. Характеристика суспільних і комунальних будинків;

1.4.3. Відомості про розміщення центрів живлення, їх характеристика (напруга, потужність тощо). Приклад виконання, і методичні вказівки щодо вибору варіанта завдання наведені в дод. В.

1.5. Питання, що мусять бути розглянуті в курсовому проекті

1.5.1. Навести коротку характеристику міста і споживачів електричної енергії, а також джерел живлення (розміщення, потужність, кількість і напруга трансформаторів).

1.5.2. Визначити розрахункові навантаження на вводах житлових та суспільних будинків, комунально-побутових та інших споживачів, зовнішнього й внутриквартального освітлення.

1.5.3. Розрахувати навантаження споживачів, визначити центр електричних навантажень, число й потужність потрібних трансформаторних підстанцій. Визначити оптимальне місце ТП на плані мікрорайону.

1.5.4. Вибрати структуру системи електропостачання освітлювальних споживачів, а також схеми розподільних мереж середньої та низької напруги, зробити розрахунок розподільних мереж низької напруги, у т.ч. внутрибудинкових мереж.

1.5.5. Вибрати схему й конструкцію ввіднорозподільних пунктів ВРП, і визначити схему й конструкцію трансформаторних підстанцій ТП.

1.5.6. Перевірити запроектовані мережі по втраті напруги.

1.5.7. Розглянути питання автоматизації освітлення.

1.5.8. Розглянути питання захисних мір електробезпеки.

1.5.9. Розглянути питання блискавкозахисту будинків і споруджень.

1.5.10. Розглянути питання безпеки життєдіяльності.

1.6. Захист курсового проекту

Курсовий проект виконують відповідно до календарного графіка, складеного керівником проекту. У графіку вказують черговість, строки виконання й трудомісткість окремих етапів роботи. Періодично, у контрольний термін, керівник контролює виконання проекту.

Керівник проекту рекомендує літературу, дає необхідні методичні вказівки, у тому числі які розділи варто виконати з використанням комп'ютера, призначає дні й час проведення консультацій. По завершенню курсового проекту студент представляє пояснювальну записку й підписані їм креслення керівникові, який після перевірки представленого матеріалу вирішує питання про допуск студента до захисту.

Захист курсового проекту здійснюється перед комісією, утвореної із двох-трьох викладачів. Студент коротко викладає основний зміст проекту (не більше 10 хв. і без деталізації загальних положень). Після відповідей на питання членів комісії виносяться рішення про оцінку проекту.

2. ЗМІСТ ПРОЕКТУ

2.1. Визначення розрахункових електричних навантажень споживачів

2.1.1. Коротка характеристика споживачів та джерел живлення

Відповідно до існуючих правил і норм, залежно від чисельності населення, міста підрозділяються на найбільші, більші, великі, середні й малі. Підрозділ міст на групи наведений у табл. 2.1 [5].

Таблиця 2.1 - Класифікація міст

Тип міста	Чисельність населення, тис. чол.
Найбільше	Більше 500
Більше	250-500
Велике	100-250
Середнє	50-100
Мале	менш 50

Залежно від призначення, територія міст ділиться на зони: промислову, селитебну, комунально-складську й зовнішнього транспорту. Близько 70% міської території займає селитебна зона.

Основною структурною одиницею селитебної зони міста є мікрорайон, на території якого розміщаються житлові будинки, установи й пункти повсякденного обслуговування населення. Чисельність населення мікрорайонів на першу чергу будівництва приймається: у найбільших і більших містах – 12-20 тис. чол, у великих й середніх – 6-12 тис. чол, у малих – 4-6 тис. чол.

Другою структурною одиницею селитебної зони є житловий район, що включає кілька мікрорайонів, об'єднаним суспільним центром, до складу якого входять установи культурно-побутового обслуговування. Чисельність населення житлового району на першу чергу будівництва приймається: у найбільших і більших містах 40-80 тис. чол., у великих й середніх – 25-40 тис. чол. На території, що прилягає до житлового мікрорайону, припустиме розташування промислових і прирівняних до них виробничих підприємств із

установленою потужністю до 3 МВт. До їх числа відносяться, насамперед, підприємства харчової, легкої й переробної промисловості.

Підстанції, що знижують напругу, розміщуються, як правило, у промислових або комунально-складських зонах. Підстанції, призначені для живлення центральних районів (підстанції глибокого вводу), виконуються закритими. Лінії 110 кВ і вище по селитебній зоні для найбільших і великих міст виконуються кабельними. Електричні мережі до 20 кВ у селитебній зоні виконуються також з використанням кабельних ліній. Повітряні лінії напругою 110 кВ і вище повинні розміщатися за межами селитебної зони.

Основними споживачами електричної енергії міст є споживачі селитебної зони, споживачі головних інженерних споруджень, споживачі житлових районів і промислових підприємств.

До складу споживачів селитебної зони входять житлові й суспільні будинки, комунально-побутові підприємства, установи культури, медицини, освіти, спорту тощо. При цьому електропостачання всіх споживачів селитебної зони здійснюється комплексно від спільних джерел електропостачання.

У курсовому проекті місто розглядається, як сукупність характерних мікрорайонів, що входять до складу селитебної зони міста. У вхідних даних зазначений склад і число мікрорайонів, що входять до складу міста. Тим самим задана група міста й вимоги до системи електропостачання його споживачів.

До складу *системи освітлення* міста входять всі електроустановки, розташовані на території міста й призначені для утилітарного, художнього, ілюмінації, рекламного (внутрішнього та зовнішнього) освітлювання. Система освітлення міст обмежена з одного боку джерелом живлення, а з другого – освітлювальними електроприймачами. Живлення освітлювальних споживачів здійснюється від джерел живлення спільно з силовими та іншими споживачами.

Основні показники *системи електропостачання та освітлення міст*, як єдиного електротехнічного комплексу визначаються місцевими умовами: розмірами й структурою міста, параметрами джерела живлення, складом і характеристиками споживачів. Зокрема, системи електропостачання та

освітлення *малих міст*, розташованих, як правило, поблизу великих промислових підприємств, які містять самостійні системи електропостачання, мають більше простий вигляд і пов'язані із системами електропостачання промислових підприємств. Це, як правило, двох- або трьохланкові системи однієї напруги, що живляться від двох джерел: енергетичної системи й місцевої електричної станції.

Системи електропостачання та освітлення *середніх міст* мають більше розгалужені розподільні мережі, що у свою чергу вимагає введення додаткових елементів: живильних мереж середньої, а іноді й високої напруги. Як правило, це трьох- або чотирьохланкові системи двох напруг, що живляться від двох або трьох джерел (місцевої електричної станції, однієї або двох підстанцій енергосистем).

Системи електропостачання *великих або більших* міст характеризуються більшою розгалуженістю, більшим числом і потужністю джерел живлення. Це, як правило, чотирьох- або п'ятиланкові системи двох, або трьох напруг, що живляться від трьох або більше джерел.

Для *найбільших міст* характерним є наявність розгалуженої системи електропостачання з великою кількістю джерел живлення та протяжними кабельними та повітряними лініями. Вони виконуються по п'яти- або шестиланковій системі трьох, або чотирьох напруг.

В проекті необхідно дати характеристику міста, його структури, розмірам, чисельності населення, описати склад й основні вимоги споживачів до надійності, структури і принципів побудови систем електропостачання його освітлювальних споживачів.

2.1.2. Розрахунок навантаження житлових будинків

Розрахункові навантаження на вводі житлових будинків $P_{p.жд}$ визначається за методикою, наведеною в [3].

Відповідно до неї розрахункове навантаження житлових будинків

$$P_{p.жд.i.} = P_{уд.кв.i} \cdot n_{кв.i} + 0.9(P_{p.л.i} + P_{p.д.i}), \quad (2.1)$$

де $P_{уд.кв.i}$ – питоме розрахункове навантаження квартир i -го житлового будинку; $n_{кв.i}$ – число квартир в i -му житловому будинку; $P_{p.л.i}$ – розрахункові навантаження ліфтових установок i -го житлового будинку; $P_{p.д.i}$ – розрахункове навантаження інших внутрибудинкових силових електроприймачів i -го житлового будинку.

Питоме розрахункове навантаження квартир $P_{уд.кв.i}$ визначають залежно від поверховості будинків, типу застосовуваних кухонних плит і числа квартир. У питомих навантаженнях врахована асиметрія фазних навантажень, а також загальнодомове освітлення (сходові клітки, підпілля, технічні поверхи, горища й т.ін.) для багатоповерхової забудови. У $P_{уд.кв.i}$ для одноповерхової забудови асиметрія фазних навантажень не врахована. Розрахункові питомі навантаження наведені для зимового вечірнього максимуму для квартир із загальною площею до 55м^2 при посімейному заселенні. При площі квартир, що перевищують зазначене питоме навантаження, його варто збільшувати на 1% на кожен 1 м^2 , додаткової житлової площі (для газифікованих будинків) і на 0,5% – з електричними кухонними плитами й плитами на твердому паливі й зрідженому газі. В обох випадках збільшення питомого навантаження не повинне перевищувати 25% від значень, наведених у таблиці. При покімнатному заселенні квартир відповідно розрахункові питомі навантаження повинні бути збільшені в 1,5 рази при кількості родин до 3 й у два рази, при 4-х і більше родин. Для гуртожитків квартирного типу до питомих розрахункових навантажень варто вводити коефіцієнт 2.

Розрахункове навантаження групових мереж освітлення загальбудинкових приміщень житлових будинків (сходових кліток, вестибюлів, технічних поверхів і підвалів, підвалів, горищ, колясочних), а також житлових приміщень гуртожитків можна визначити по світлотехнічному розрахунку з коефіцієнтом попиту ($K_{сп}$) рівним 1.

Житлові квартири щодо оснащеності побутовими електроприладами і їх розрахунковими навантаженнями ділиться на три види:

1 – житлові квартири у будинках масового будівництва, споруджених і споруджують із загальною площею від 35 до 95 м² і заявленої (установленої) потужністю електроприймачів до 30 кВт;

2 – житлові квартири у багатоквартирних будинках, споруд загальною площею від 100 до 300 м² і заявленої (установленої) потужністю електроприймачів від 30 до 60 кВт;

3 – житлові квартири у котеджах, будинках, споруджених або споруджують у розрахунку, як правило, на одну родину із загальною площею від 150 до 600 м² і заявленим Замовником високим рівнем комфортності, що відповідає потужності електроприймачів від 60 до 140 кВт.

Для житла 1-го виду (квартир багато- та малоквартирних будинках, будинках на одну родину й будиночків на ділянках садовничих суспільств) установлюються п'ять рівнів електрифікації й відповідні їм нормативні розрахункові питомі навантаження:

I – квартири із плитами на природному газі;

II – квартири із плитами на зрідженому газі;

III – квартири з електричними плитами потужністю до 8,5 кВт;

IV – квартири з електричними плитами потужністю до 10,5 кВт;

V – будиночки на ділянках садовничих суспільств.

Для житла 2-го виду встановлюються два рівні електрифікації й відповідні їм нормативні розрахункові питомі навантаження:

I – житло (квартири) із плитами на природному газі;

II – житло (квартири) з електричними плитами потужністю до 10,5 кВт.

Установлені нормативи питомих електричних розрахункових навантажень зведені в табл. 2.1 і враховують застосування в житловому приміщенні побутових кондиціонерів повітря (або інших аналогічних по потужності приладів і комфортного електричного доопалення в межах 7-15 % від загальної потреби в теплі з розрахунку 60-120 Вт на 1 м² доопаливальної площі).

Таблиця 2.1 - Питомі розрахункові електричні навантаження квартир 1-го й 2-го видів

Споживачі електроенергії	Значення показника, кВт/квартир при кількості квартир														
	1	3	6	9	12	15	18	24	40	60	100	200	400	600	1000
1. Житло 1-го виду															
1.1 I-го рівня електрифікації - у будинках із плитами на природному газі	5,00	3,85	3,23	2,72	2,36	2,10	1,91	1,65	1,31	1,14	1,00	0,87	0,74	0,66	0,60
1.2. II-го рівня електрифікації -у будинках із плитами на зрідженому газі й на твердому паливі	6,50	5,01	4,20	3,53	3,07	2,73	2,48	2,15	1,70	1,48	1,30	1,12	0,96	0,86	0,78
1.3 III-го рівня в будинках з електроплитами потужністю до 8,5 кВт	10,0	8,19	5,56	4,44	3,76	3,33	3,05	2,72	2,35	2,10	1,73	1,38	1,31	1,19	1,10
1.4 IV-го рівня електрифікації - у будинках з електроплитами потужністю 10,5 кВт	12,0	9,83	6,67	5,33	4,51	3,99	3,66	3,26	2,82	2,52	2,08	1,65	1,58	1,43	1,32
1.5 V-го рівня електрифікації -у будиночках на ділянках садових суспільств	3,50	2,84	1,91	1,47	1,22	1,07	0,96	0,83	0,66	0,58	0,52	0,48	0,47	0,46	0,41
2. Житло 2-го виду															
2.1 I-го рівня електрифікації -у будинках із плитами на природному газі	9,00	6,33	5,29	4,36	3,72	3,26	2,94	2,51	2,00	1,78,	1,62	1,47	1,24	1,08	0,99
2.2 II-го рівня електрифікації у будинках з електроплитами потужністю 10,5 кВт по індивідуальних проектах	16,0	13,05	8,34	6,41	5,39	4,77	4,36	3,83	3,18	2,83	2,51	2,16-	1,88	1,77	1,76

Примітка 1. Для вибору приладів обліку й апаратів захисту на введенні житла (квартири) варто приймати питоме розрахункове навантаження одного житла.

Примітка 2. Питомі розрахункові навантаження для кількості житла, незафіксованого в таблиці, визначаються інтерполяцією.

Примітка 3. Розрахункове електричне навантаження житла 2-го виду допускається визначати в проекті внутрішнього електроустаткування квартири (будинку) залежно від конкретного набору електропобутових приладів і режиму їхньої роботи, що характеризується середньою ймовірністю включення (коефіцієнтом попиту) і розбіжності господарських робіт у квартирі, як для житла 3-го виду.

Примітка 4. Питомі розрахункові навантаження не враховують загальбудинкове силове навантаження, освітлювальну й силову навантаження убудованих (прибудованих) приміщень суспільного призначення, навантаження реклами, застосування у квартирах повного електричного опалення й електропідігрівання води, а також навантаження антioжеledної системи даху на основі нагрівальних кабелів.

Примітка 5. Таблиця фіксує значення розрахункових навантажень для зимового вечірнього максимуму. Для визначення при необхідності ранкового або денного максимуму навантаження застосовують коефіцієнти: 0,7 - для житлових будинків з електроплитами; 0,5 - для житлових будинків з газовими плитами.

Примітка 6. Електричне навантаження житлових будинків у період літнього максимуму можна визначати шляхом множення наведених у таблиці навантажень зимового максимуму на коефіцієнти: 0,8 - для квартир з електричними плитами; 0,7 - для квартир із плитами на природному газі; 0,6 - для квартир із плитами на зрідженому газі й твердому паливі.

Примітка 7. Навантаження ілюмінації потужністю до 10 кВт у розрахунковому навантаженні на ввіді в будинок не повинна враховуватися.

Розрахункове навантаження групи житла з однаковим питомим електричним навантаженням, наведене до лінії живлення, вводу в житловий будинок, шинам напругою 0,4 кВ ТП, $P_{p.kв}$ визначається по формулі

$$P_{p.kв} = P_{уд.kв.i} \cdot n_{кв.i}, \quad (2.2)$$

де $P_{уд.kв.i}$ - питоме розрахункове електричне навантаження однієї квартири, що вибирається по табл. 2.1 залежно від прийнятого рівня електрифікації й кількості квартир, приєднаних до даної ланки електромережі, кВт/квартир; $n_{кв.i}$ - кількість житла (квартир), приєднаного до вводу, лінії, ТП.

Розрахункові електричні навантаження житла охоплюють навантаження освітлення загальбудинкових приміщень.

Для вибору засобів обліку й апаратів захисту загальбудинкових споживачів сумарне розрахункове навантаження освітлення загальбудинкових приміщень $P_{кобщ}$ рекомендується визначати по формулі:

$$P_{ос.общ.} = (P_{л.к.} + P_{л.хол.} + P_{кор} + P_{вес}) + 0,5P_{др} \quad (2.3)$$

де $P_{л.к.}$, $P_{л.хол.}$, $P_{кор}$, $P_{вес}$ - розрахункові навантаження освітлення відповідно сходових кліток, ліфтових холів, коридорів, вестибюлів, кВт; $P_{др}$ - розрахункові навантаження освітлення сміттєвих камер, горищ, технічних підвалів, підвалів, колясочних і т.п., кВт.

Для житла 3-го виду рівень електрифікації побуту не має обмежень, визначається Замовником і може включати повне електроопалення й електропідігрівання води.

Розрахункове навантаження на введенні житла (котеджу) 3-го виду варто визначати відповідно до завдання на проектування по проекті внутрішнього електроустаткування залежно від параметрів застосовуваних приладів, режимів їх роботи й відповідних теплотехнічних розрахунків.

Потужність електротеплоаккумуляційних систем повного опалення на передпроектних стадіях орієнтовно визначається з розрахунку 200-300 Вт на 1м² загальній площі житла (у період мінімальних навантажень енергосистеми).

Допускається в попередніх розрахунках визначати питоме навантаження на ввіді такого житла (котеджу) $P_{кт.у.}$ по формулі

$$P_{кт.у.} = P_{заяв(ус)} \cdot K_{сн} \quad (2.4)$$

де $P_{заяв(ус)}$ - заявлена (установлена) потужність електроприймачів, яку варто визначати додаванням номінальних потужностей електропобутових й освітлювальних приладів, систем електричного опалення й електроводопідігріву, якими оснащується житло (котедж), кВт; $K_{сн}$ - коефіцієнт попиту, що визначається по табл.2.2 залежно від величини заявленої потужності електроприймачів на житло.

Розрахункове навантаження ліній живлення й на шинах 0,4 кВ ТП від електроприймачів житла i (котеджів) 3-го виду з однаковими питомими навантаженнями на введенні $P_{ктN}$ попередньо можна визначати по формулі

$$P_{кtn} = P_{жy} \cdot N \cdot K_{од} \quad (2.5)$$

де $P_{жy}$ - питоме навантаження на вводі одного даного типу житла (котеджу), кВт/житло (котедж); N - кількість житла (котеджів), приєднаного до даної ланки мереж; $K_{од}$ - коефіцієнт одночасності, що визначається по табл. 2.3 відповідно кількості житла (котеджів) і його характеристик.

Таблиця 2.2

Заявлена потужність, кВт	до 15	20	30	40	50	60	70	80	90	100 і більше
Коефіцієнт попиту для котеджів без повного електроопалення	0,75	0,65	0,63	0,59	0,55	0,53	0,50	0,47	0,46	0,45
Коефіцієнт попиту для котеджів з повним електроопаленням постійного включення	—	—	—	0,75	0,70	0,65	0,63	0,62	0,62	0,61

Таблиця 2.3

Характеристика котеджу	Коефіцієнт одночасності $K_{од}$ при кількості житла (котеджів)												
	1	3	6	9	12	15	18	24	40	60	100	200	400
Із плитами на пер-рідному газі	1	0,65	0,51	0,38	0,32	0,28	0,26	0,22	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11
З електроплитами потужністю до 10,5 кВт	1	0,81	0,50	0,38	0,32	0,29	0,27	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
Те ж і повним електроопаленням пл. 150 м ²	1	0,87	0,65	0,56	0,52	0,50	0,49	0,47	0,44	0,42	0,41	0,40	0,39
Те ж і повним електроопаленням пл. 300 м ²	1	0,90	0,73	0,66	0,63	0,62	0,60	0,59	0,57	0,55	0,54	0,53	0,52
Те ж і повним електроопаленням пл. 600 м ²	1	0,93	0,81	0,77	0,75	0,74	0,73	0,72	0,70	0,69	0,68	0,675	0,67

Примітка. Коефіцієнти одночасності для всіх котеджів представлені з обліком проточних електро-водопідігрівачів приладів. Для котеджів з електроопаленням значення $K_{од}$ представлені для режиму постійного включення електроопалюваних приладів протягом опалювального сезону й не дійсні для електротеплоаккумуляційних систем, що працюють у період мінімальних навантажень системи.

Розрахункове навантаження від житла з різними питомими розрахунковими електричними навантаженнями, наведену до лінії живлення, до вводу в житловий будинок, до шин 0,4 кВ ТП, $P_{ж роз}$ варто визначати по формулі

$$P_{ж.раз} = (P_{ж_{y1}} - P_{ж_{y3}}) \cdot N_1 \cdot K_{од1} + (P_{ж_{y2}} - P_{ж_{y3}}) \cdot N_2 \cdot K_{од(1+2)} + P_{ж_{y3}} (N_1 + N_2 + N_3) \cdot K_{од(1+2)} \quad (2.6)$$

де $P_{ж_{y1}}, P_{ж_{y2}}, P_{ж_{y3}}$ - питомі розрахункові навантаження на вводі житла (квартир, котеджів) різновидів "1", "2", "3", кВт (найбільшому значенню привласнюється номер "1", найменшому - останній номер); N_{1+2+3} - кількість житла (квартир, котеджів) відповідних різновидів; $K_{од1}$ - коефіцієнт одночасності, певна по табл. 2.3 для кількості - житла "1" різновиду; $K_{од(1+2)}$ - коефіцієнт одночасності, визначений у табл. 2.3 для сумарної кількості житла "1" й "2" різновидів; $K_{од(1+2+3)} \sim$ коефіцієнт одночасності, певний по табл. 2.3 для сумарної кількості житла "1", "2" й "3" різновидів.

Якщо розрахункове навантаження на введенні в житло будь-якого виду становить більше 11,0 кВт, вводі варто виконувати трифазним.

Розрахункове навантаження силових електроприймачів житлового будинку, наведена до вводу, лінії або шинам напругою 0,4 кВ ТП, $P_{сил}$ визначається по формулі

$$P_{сил} = \sum_{i=1}^n P_{лі} \cdot K_{сп_{л}} + \sum_{i=1}^n P_{сан} \cdot K_{сп_{сан}} \quad (2.7)$$

де $P_{л1} \dots P_{лn}$ - коефіцієнт попиту для ліфтів, обумовлений по табл. 2.4 залежно від кількості ліфтових установок і кількості поверхів будинку; $K_{сп_{л}}$ - установлена потужність електродвигуна кожного з ліфтів по паспорті, кВт; $P_{сан1} \dots P_{санi} \sim$ установлена потужність кожного електродвигуна сантехнічних установок по їх паспортах, кВт; $K_{сп_{сан}}$ - коефіцієнт попиту для електродвигунів сантехнічних установок, обумовлений по табл. 2.10.

Таблиця 2.4 - Коефіцієнти попиту для ліфтових установок

Кількість ліфтових установок	$K_{сп_{сан}}$ для будинків висотою	
	до 12 поверхів	12 і більше поверхів
2-3	0.80	0.90
4-5	0.70	0.80
6	0.65	0.75
10	0.50	0.60
20	0.40	0.50
25 і більше	0.35	0.40
Примітка. Коефіцієнт попиту для кількості ліфтових установок, не зазначених у таблиці, визначається інтерполяцією.		

Потужність резервних електродвигунів, механізмів для збирання загальбудинкових приміщень і протипожежних установок при розрахунку навантажень ліній живлення й уведень у будинок не враховується за винятком тих випадків, коли вона визначає вибір захисних апаратів і висловів провідників.

Для розрахунку ліній живлення одночасно працюючих електроприймачів протипожежних пристроїв K приймається рівним 1. При цьому варто враховувати одночасну роботу вентиляторів димовидалення й підпору повітря, розташованих лише в одній секції.

Значення розрахункових коефіцієнтів потужності ($\cos \varphi$) і реактивного навантаження ($\tan \varphi$) житлових будинків варто приймати по табл. 2.5.

Розрахункове навантаження ліній живлення, вводу і на шинах 0,4 кВ ТП від загального освітлення гуртожитку коридорного типу визначаються з урахуванням коефіцієнта попиту K_{cp} прийнятого залежно від установленної потужності світильників $P_{св\ вус}$ наведеної нижче:

до 5 кВт включно	- 1,00
понад 5 до 10 кВт включно	- 0,90
» 10 » 15 кВт »	- 0,85
» 15 » 25 кВт »	- 0,80
» 25 » 50 кВт »	- 0,70
» 50 » 100 кВт »	- 0,65
» 100 » 200 кВт »	- 0,60
» 200 кВт	- 0,55

Таблиця 2.5

Лінія живлення	Розрахункові коефіцієнти	
	потужності (cos φ)	реактивного навантаження (tg φ)
Квартири з електричними плитами	0.98	0.20
Квартири з електричними плитами й побутовими кондиціонерами повітря	0.93	0.40
Квартири із плитами на природному, зрідженому газі, на твердому паливі	0.96	0.29
Квартири із плитами на природному, зрідженому газі, твердому паливі й з побутовими кондиціонерами повітря	0.92	0.43
Загальбудинкове освітлення: з лампами розжарювання:	1.00	0.00
те ж з люмінесцентними лампами	0.92	0.43
Господарські насоси, вентиляційні установки й інші санітарно-технічні пристрої	0,80	0,75
Ліфти	0.65	1.17
Примітка 1. Коефіцієнт потужності лінії, що живить один електродвигун, приймається за каталожним даними цього двигуна.		
Примітка 2. Коефіцієнт потужності групових ліній освітлення з розрядними лампами варто приймати по 4.37. 1		

Розрахункове навантаження групових ліній і ліній живлення від електроприймачів, які підключаються до розеток у гуртожитках коридорного типу $P_{роз}$ визначаються по формулі

$$P_{розN} = P_y \cdot N_{роз} \cdot K_{од.роз} \quad (2.8)$$

де P_y - питома потужність на 1 розетку при кількості розеток до 100 прийнята 0,1 кВт, більше 100-0,06 кВт; $N_{роз}$ - кількість розеток; $K_{од.роз}$ - коефіцієнт одночасності для мережі розеток, що визначається залежно від кількості розеток:

до 10 розеток включно	— 1,00
від 10 до 20 розеток включно	— 0,90
» 20» 50 »	— 0,80
» 50» 100 »	— 0,70
» 100» 200 »	— 0,60
» 200» 400 »	— 0,50
». 400» 600 »	— 0,40
» 650	— 0,35

Розрахункове навантаження ліній живлення, вводу і на шинах 0,4 кВ ТП від побутових напільних електричних плит $P_{пл}$ гуртожитків коридорного типу визначаються по формулі

$$P_{пл_N} = P_{пл_{yc}} \cdot N_{пл} \cdot K_{сп_3}, \quad (2.9)$$

де $P_{пл_{yc}}$ - установлена потужність електроплити, кВт; $N_{пл}$ - кількість електроплит; K - коефіцієнт попиту, обумовлена кількістю приєднаних плит, повинен прийматися:

1 - при 1 плиті
 0,9 - » 2 плитах
 0,4 - » . 20 »
 0,2 - » 100 »
 0,15- » 200 » .

Примітка 1. Коефіцієнти попиту дані для електроплит із чотирма конфорками. При визначенні коефіцієнта попиту для плит із трьома конфорками кількість плит варто враховувати з коефіцієнтом 0,75 від числа встановлених плит, а із двома - з коефіцієнтом 0,5.

Примітка 2. Визначення коефіцієнта попиту для кількості плит, не зазначеного вище, визначається інтерполяцією.

Розрахункове навантаження вводів і на шинах 0,4 кВ ТП при змішаному живленні від них загального освітлення, розеток, кухонних електричних плит і приміщень суспільного призначення в гуртожитках коридорного типу визначається як сума розрахункових навантажень ліній живлення, помножена на 0,75.

Розрахункове навантаження житлового будинку в цілому (від житла, силових електроприймачів й вбудованих або прибудованих приміщень) за умови, коли найбільшої складової є навантаження від житла, $P_{ж.б.}$ визначається по формулі

$$P_{ж.б.} = P_{р кв} + 0,9P_{сил} + \sum_1^n P_{сп} \cdot K_{y+n}, \quad (2.10)$$

де $P_{р кв}$ - розрахункове навантаження електроприймачів житла (квартир), кВт;

$P_{сил}$ - розрахункове навантаження силових електроприймачів житлового будинку, кВт; $P_{сп1} \dots P_{спn}$ - розрахункові навантаження вбудованих або

прибудованих цивільних приміщень, які живляться від електрощитовій житлового будинку й визначаються за методикою, викладеної в підрозділі «Навантаження суспільних будинків (приміщень) і споруджень, адміністративних і побутових будинків (приміщень) підприємств цих Норм, кВт; K_{y+1} – коефіцієнти участі в максимумі навантаження квартир і силових електроприймачів житлового будинку навантажень вбудованих і прибудованих приміщень, які визначаються по табл. 2.13.

При проектуванні реконструкції зовнішніх електричних мереж у сільській місцевості розрахункове навантаження допускається приймати за фактичним даними з обліком їхнього перспективного зростання до 30 %. При цьому сумарні розрахункові навантаження не повинні перевищувати значень, певних відповідно до вимог цих Норм.

При визначенні ранкового або денного максимуму навантажень у розрахункову формулу (2.1) потрібно ввести коефіцієнти - 0,5 для будинків з електроплитами й плитами на твердому паливі - 0,7.

Реактивна потужність квартир:

$$Q_{p.кв.i} = P_{p.кв.i} \times tg \varphi. \quad (2.11)$$

Повне навантаження квартир:

$$S_{p.кв.i} = \sqrt{P_{p.кв.i}^2 + Q_{p.кв.i}^2}, \quad (2.12)$$

де $P_{pквi} = P_{уд.квi} \cdot n_{квi}$ – активне навантаження квартир; $tg \varphi_{кв i}$ – коефіцієнт реактивної потужності квартир (дод. К).

Визначення розрахункового навантаження ліфтових установок роблять по формулі:

$$P_{p\ li} = k_{cli} \sum_{i=1}^n P_{n\ li}, \quad (2.13)$$

де k_{cli} – коефіцієнт попиту, обумовлений за даними додатка 3; n – кількість ліфтових установок i -го будинку, наведена у вхідних даних; $P_{p\ li}$ – установлена потужність ліфтової установки, наведена в дод. Ж.

Коефіцієнт потужності електродвигуна ліфтів приймають рівним – 0,6. Реактивна і повна потужність ліфтових установок визначається аналогічно (2.2), (2.3).

Серед інших силових загальнобудинкових установок можуть бути: насоси водо- і теплопостачання та ін. сантехнічні пристрої. Розрахункове навантаження цих установок знаходять по методу коефіцієнта попиту, як

$$P_{pdi} = k_{cdi} \times P_{ydi}, \quad (2.14)$$

де $k_{cdi} = 0,7$ – коефіцієнт попиту установки. Для цих установок коефіцієнт потужності приймають рівним – 0,85. При визначенні P_{pdi} резервні двигуни враховують лише при виборі захисних апаратів, а також перетинів ліній до них. При відсутності даних P_{pdi} може бути прийняте на рівні 0,05 кВт/кв. Реактивна й повна потужність рухових установок визначається по (2.2), (2.3). Активна потужність житлових будинків визначається за аналогією з (2.2), (2.3). Значення $tg\varphi$ може бути визначене відповідно до дод. Л. У проекті необхідно дати обґрунтування застосовуваного методу розрахунку, показати загальний вид й описати основні формули, навести приклад розрахунку навантаження одного з будинків. Результати розрахунку навантажень інших будинків привести у вигляді таблиці (табл. 2.2).

2.1.3. Навантаження суспільних будинків і комунально-побутових підприємств

Розрахункові електричні навантаження на вводах у суспільні будинки (приміщення) і комунально-побутові підприємства визначають по проектах електроустаткування або відповідно до рекомендацій відомчих інструкцій.

Навантаження підприємств, наведені до їх вводів варто приймати по відповідним проектам або за даними аналогічних підприємств. Навантаження існуючих підприємств допускається приймати за даними фактичних розмірів з врахуванням планів розвитку підприємств і природного збільшення навантажень на 1.5-2% у рік.

У курсовому проекті навантаження цих об'єктів розраховують по питомих навантаженнях на місце, відвідування та інші фізичні показники:

$$P_{р\,об\,и\,i} = P_{уд\,об\,и\,i} \cdot N_{об\,и\,i}, \quad (2.15)$$

де $P_{уд\,об\,и\,i}$ – питома розрахункове навантаження i -го споживача; $N_{об\,и\,i}$ – розрахунковий показник i -го споживача.

Значення питомих розрахункових навантажень наведені в дод. М. Там же зазначені значення коефіцієнтів потужності. Значення $N_{об\,и\,i}$ наведено у вхідних даних.

Розрахункове навантаження ліній, що живлять робоче освітлення суспільних будинків (приміщень) і споруджень, адміністративних і побутових будинків (приміщень) підприємств, $P_{ос\,р}$ визначається по формулі

$$P_{ос\,р} = P_{ос\,р\,вст} \cdot K_{поп\,ос\,р} \quad (2.16)$$

де $P_{ос\,р\,вст}$ – встановлена потужність робочого освітлення, кВт; $K_{поп\,ос\,р}$ – коефіцієнт попиту робочого освітлення залежно від його встановленої потужності.

Коефіцієнти попиту для розрахунку навантажень робочого освітлення мережі й вводів суспільних, адміністративних і побутових будинків (приміщень), слід приймати по табл. 2.6.

Таблица 2.6

Організації, підприємства й установи	Залежності $k_{поп}$ від встановленої потужності робочого освітлення, кВт							
	10	15	25	50	100	200	400	понад 500
Готелі, спальні корпуси й адміністративні приміщення санаторіїв, будинків відпочинку, пансіонатів, турбаз, дитячих таборів; побутові будинки підприємства	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,35	0,30	0,30
Підприємства громадського харчування, дитячі ясла-сади, учбово-виробничі майстерні профтехучилищ	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,50
Організації й установи керування, адміністративні будинки підприємства, установи фінансування, кредитування й страхування, загальноосвітні школи, спеціальні навчальні заклади, навчальні корпуси профтехучилищ, підприємства побутового обслуговування, торгівлі, перукарні	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
Проектні, конструкторські організації, науково-дослідні інститути	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65

Продовження табл. 2.6

Актові зали, конференц-зали (освітлення залу й президії), спортзали, культові установи	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	—	—	—
Клуби й будинки культури	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,55	—	—
Кінотеатри	0,90	0,80	0,70	0,65	0,60	0,50	—	—

Примітка. Коефіцієнт попиту для встановленої потужності робочого освітлення, не зазначеної в таблиці, визначається інтерполяцією.

Коефіцієнт попиту для розрахунку групової мережі робочого освітлення, мереж живлення й групових мереж аварійного освітлення будинків, освітлення вітрин і світлової реклами варто приймати рівним 1.

Коефіцієнти попиту для розрахунку електричних навантажень ліній, які живлять освітлення в залах, клубах і будинках культури, варто приймати рівними 0,35, для регульованого освітлення естради, й 0,2 – для нерегульованого.

Розрахункове електричне навантаження ліній, які живлять розетки, $P_{роз}$ варто визначати по формулі

$$P_{роз_N} = P_{роз_{ус}} \cdot N_{роз} \cdot K_{сп_{роз}}, \quad (2.17)$$

де $P_{роз_{ус}}$ - установлена потужність розетки, що приймається 0,08 кВт (у тому числі для підключення оргтехніки); $N_{роз}$ - кількість розеток; $K_{сп_{роз}}$ - розрахунковий коефіцієнт попиту, прийнята по табл. 2.7;

Таблиця 2.7

Організації, підприємства й установи	$K_{сп_{роз}}$		
	групові мережі	мережі живлення	вводи будинків
Організації й установи керування, адміністративні будинки підприємств, проектні й конструкторські організації, науково-дослідні інститути, установи фінансування, кредитування й страхування, загальноосвітні школи, спеціальні навчальні заклади, навчальні корпуси профтехучилищ	1,0	0,2	0,1
Готелі**, обідні зали ресторанів, кафе і їдалень, підприємства побутового обслуговування, побутові будинки підприємств, бібліотеки, архіви	1,0	0,4	0,2
*) При відсутності стаціонарного загального висвітлення в житлових кімнатах готелів розрахунок електричного навантаження розеточної мережі, призначеної для живлення переносних світильників (наприклад, напільних), виконують відповідно до 4.20 й 4.21.			

При змішаному живленні суспільного загального освітлення й розеточної мережі розрахункове навантаження $P_{см}$ варто визначати по формулі

$$P_{см} = P_{смп} + P_{роз} \quad (2.18)$$

де $P_{смп}$ - розрахункове навантаження ліній загального освітлення, кВт; $P_{роз}$ - розрахункове навантаження розеточної мережі, кВт.

Розрахункове навантаження силових ліній живлення й вводів $P_{сил}$ варто визначати по формулі

$$P_{сил} = P_{элп_{ус}} \cdot K_{сп_{сил}} \quad (2.19)$$

де $P_{элп_{ус}}$ - встановлена потужність електроприймачів; (крім протипожежних і резервних пристроїв), кВт; $K_{сп_{сил}}$ - розрахунковий коефіцієнт попиту.

Коефіцієнти попиту для розрахунку навантаження вводів і ліній силових електричних мереж варто визначати по таблиці 2.8.

Таблиця 2.8

Лінії до силових електроприймачів	K_m приймається при кількості працюючих електроприймачів	
	по 3	більше 5
1	2	3
Технологічного встаткування підприємств громадського харчування, харчоблоків у суспільних будинках	по табл. 4.9 й 4.28	по табл. 4.9 й 4.28
Механічного встаткування підприємств громадського харчування, харчоблоків суспільних будинків іншого призначення, підприємств торгівлі	по поз. 1 табл. 4.10	по поз. 1 табл. 4.10
Посудомийних машин	по табл. 4.11	—
Будинків (приміщень) керування, проектних і конструкторських організацій (без харчоблоків), готелів (без ресторанів), продовольчих і промтоварних магазинів, загальноосвітніх шкіл, спеціальних навчальних закладів і технічних-професійно-технічних училищ (без харчоблоків)	по табл. 4.10	по табл. 4.10
Сантехнічного й холодильного встаткування, холодильних установок систем кондиціонування повітря	по поз. 1 табл. 4.10	по поз. 1 табл. 4.10
Пасажи́рських і вантажних ліфтів, транспортерів	по 4.11 і табл. 4.4	по 4.11 і табл. 4.4
Кінотехнологічного встаткування	по 4.33	по 4.33
Електроприводів сценічних механізмів	0,50	0,20
Обчислювальних машин (без технологічного кондиціонування)	0,50	0,40
Технологічного кондиціонування обчислювальних машин	по поз. 1 табл. 4.10	по поз. 1 табл. 4.10
Металообробних і деревообробних верстатів у майстернях	0,50	0,20

Продовження табл. 2.8

Розмножувальної техніки, фотолабораторій	0,50	0,20
Лабораторного й навчального встаткування загально-освітніх шкіл, технічних-професійно-технічних училищ, середніх спеціальних навчальних закладів	0,40	0,15
Технологічного встаткування перукарень, ательє, майстерень, комбінатів побутового обслуговування, підприємств торгівлі, медичних кабінетів	0,60	0,30
Технологічного встаткування фабрик хімчистки й пралень	0,70	0,50
сушителів рук і рушників	0,4	0,15
Примітка 1. Розрахункове навантаження повинна бути не меншої чим потужність найбільшого електроприймача.		
Примітка 2. Коефіцієнт попиту для одного електроприймачів варто приймати рівним 1.		
Примітка 3. Коефіцієнт попиту для кількості електроприймачів, не зазначених у таблиці, визначається інтерполяцією.		

Розрахункове навантаження ліній живлення технологічного встаткування й посудомийних машин підприємств громадського харчування й харчоблоків $P_{обц.т}$ варто визначати по формулі

$$P_{обц.т} = P_{пм} + 0,65P_{тех.об} \geq P_{тех.об}, \quad (2.20)$$

де $P_{пм}$ - розрахункове навантаження посудомийних машин, певна з коефіцієнтом попиту, що приймається по табл. 2.11, кВт; $P_{тех.об}$ - розрахункове навантаження технологічного встаткування, певне з коефіцієнтом попиту, що приймається по табл.2.9, кВт.

Таблиця 2.9

Кількість електроприймачів теплового встаткування закладів громадського харчування й харчоблоків, підключених до даного елемента мережі	2	3	5	8	10	15	20	30	від 60 до 100	Більше 125
$K_{сн.сл}$ для технологічного оснащення	0,90	0,85	0,75	0,65	0,60	0,50	0,45	0,40	0,30	0,25

Примітка 1. До технологічного встаткування варто відносити: теплове (електричні плити, мармити, сковороди, жаровні й кондитерські шафи, казани, кип'ятильники, фритюрниці й т.п.); механічне (тістомісильні машини, універсальні приводи, хліборізки, вібросита, коктейлевзбивалки, м'ясорубки, картопличистки, машини для різання овочів і т.п.); дрібне холодильне (шафи холодильні, побутові холодильники, низькотемпературні прилавки й тому подібні пристрої одиничною потужністю менше ніж 1 кВт); ліфти, підйомники та інше встаткування (касові апарати, радіоапаратура й т.п.).

Примітка 2. Коефіцієнти попиту для ліній, які живлять окремо механічне, холодильне або сантехнічні встаткування, а також ліфти, підйомники й т.п., приймаються по таблиці

Примітка 3. Потужність посудомийних машин у максимумі навантажень на вводах не враховується.

Примітка 4. Визначення коефіцієнтів попиту для кількості приєднаних електроприймачів, не зазначеного в таблиці, визначається інтерполяцією.

Сумарне розрахункове навантаження ліній живлення й силових вводів підприємств громадського харчування $P_{прс}$ варто визначати по формулі

$$P_{прс} = P_{тех.об} + 0,6P_{сан}, \quad (2.21)$$

де $P_{сан}$ - розрахункове навантаження ліній сантехнічного встаткування або холодильних машин, певна з коефіцієнтом попиту, що приймається по поз. 1 табл.2.10 і примітки 2 до табл.2.9, кВт.

Розрахункове навантаження силових вводів підприємств громадського харчування при підприємствах, організаціях й установах, які обслуговують осіб, що постійно працюють в установі, а також при навчальних закладах, варто визначати по наведеній вище формулі з коефіцієнтом 0,7.

Таблиця 2.10

Питома вага встановленої потужності працюючого сантехнічного й холодильного встаткування, включаючи системи кондиціонування повітря, у загальній установленій потужності працюючих силових електроприймачів, %	$K_{снсан}$ при кількості електроприймачів										
	2	3	5	8	10	15	20	30	50	100	200
100 - 85	1 (0,8)	0,90 (0,75)	0,80 (0,7)	0,75	0,70	0,65	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50
84-75	-	-	0,75	0,70	0,65	0,60	0,60	0,60	0,55	0,55	0,50
74-50	-	-	0,70	0,65	0,65	0,6	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45
49-25	-	-	0,65	0,60	0,60	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,45
24 і менше	-	-	0,60	0,60	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,45	0,40

Примітка 1. У встановлену потужність резервні електроприймачі не включаються.

Примітка 2. У дужках наведені коефіцієнти попиту для електродвигунів одиничною потужністю більше чим 30 кВт.

Примітка 3. Коефіцієнт попиту для кількості приєднаних електроприймачів, не зазначених у таблиці, визначається інтерполяцією.

Таблиця 2.11

Кількість посудомийних машин	1	2	3
Коефіцієнт попиту, $K_{сннм}$	1,00 0,65	0,90 0,60	0,85 0,55

Примітка. У чисельнику наведені $K_{сннм}$ для посудомийних машин, які працюють від мережі холодного водопостачання, у знаменнику - від мережі гарячого водопостачання.

Навантаження розподільних ліній електроприймачів збиральних механізмів для розрахунку перетинів провідників й уставок захисних апаратів варто приймати рівної 9 кВт при напрузі 380/220 В и 4 кВт при напрузі 220 В. При цьому встановлену потужність одного збирального механізму, що приєднується до трифазної розетки, варто приймати рівної 4,5 кВт, а до однофазного - 2 кВт.

Потужність резервних електродвигунів, збиральних механізмів, протипожежних пристроїв варто враховувати відповідно до рекомендацій

Розрахункове електричне навантаження конференц-залів й актових залів у всіх елементах мережі будинків варто визначати по найбільшій з навантажень - освітлення залу й президії, кінотехнології або освітлення естради.

У розрахункове навантаження кінотехнологічного встаткування конференц-залів й актових залів варто включати потужність одного найбільшого кінотехнологічного апарата з його випрямною установкою й потужність працюючої звукопосилуючої апаратури з коефіцієнтом попиту, рівним 1. Якщо в кінопроекційній установлена апаратури для декількох форматів екрана, то в розрахункове навантаження повинна включатися апаратури найбільшої потужності.

Розрахункове навантаження силових вводів суспільних будинків (приміщень), що ставляться до одного комплексу, але які мають різне функціональне призначення (наприклад, навчальні приміщення й майстерні ПТУ, спеціальні навчальні заклади й школи; перукарні, ательє, ремонтні майстерні комбінатів побутового обслуговування; суспільні приміщення й обчислювальні центри й т.п.) варто приймати з коефіцієнтом розбіжності максимумів їхніх навантажень рівним 0,85. При цьому сумарне розрахункове навантаження повинна бути не меншої чим розрахункове навантаження найбільшої із груп споживачів.

Розрахункове навантаження ліній живлення й вводів у нормальному й післяаварійному режимах при загальному живленні силових електроприймачів і освітлення $P_{общ}$ варто визначати по формулі

$$P_{\text{общ}} = K(P_{\text{ос}} + P_{\text{элс}} + P_{\text{хс}} + K_1), \quad (2.22)$$

де K - коефіцієнт, що враховує розбіжність розрахункових максимумів навантажень силових електроприймачів, включаючи холодильне встаткування й освітлення, прийнятий по табл. 2.12, кВт; $P_{\text{ос}}$ - розрахункове навантаження освітлення, кВт; $P_{\text{элс}}$ - розрахункове навантаження силових електроприймачів без холодильних машин систем кондиціонування повітря, кВт; $P_{\text{хс}}$ - розрахункове навантаження холодильного встаткування систем кондиціонування повітря, кВт; K_1 - коефіцієнт, що залежить від відношення розрахункового навантаження освітлення до навантаження холодильного встаткування холодної станції, прийнятий по примітці 3 до табл. 2.12.

Таблиця 2.12

Будинки	Коефіцієнт K при відношенні розрахункового навантаження освітлення до силового, %		
	від 20 до 75 включно	біл. 75 до 140 включно	біл. 140 до 250
Підприємства торгівлі й громадського харчування, готелі, побутові будинки підприємств	0,90(0,85)	0,85(0,75)	0,90(0,85)
Загальноосвітні школи, спеціальні навчальні заклади, профтехучилища	0,95	0,90	0,95
Дитячі садки, сади-ясла	0,85	0,80	0,85
Ательє, комбінати побутового обслуговування, хімчистки із пральнями самообслуговування, перукарні	0,85	0,75	0,85
Організації й установи керування, фінансування й кредитування, адміністративні будинки підприємств, проектні й конструкторські організації	0,95(0,85)	0,90(0,75)	0,95(0,85)

Примітка 1. При відношенні розрахункового освітлювального навантаження до силового до 20 і більше 250 % коефіцієнт K варто приймати рівним 1.

Примітка 2. У дужках наведений коефіцієнт K для будинків і приміщень із кондиціонуванням повітря.

Примітка 3. Коефіцієнт K_1 при відношенні розрахункового навантаження освітлення до розрахункового навантаження холодильного встаткування холодної станції, %:

1	до 15 %
0,8	20%
0,6	50%
0,4	100 %
0,2	понад 150%

При цьому, коефіцієнт попиту для проміжних співвідношень визначається інтерполяцій. У розрахунковому навантаженні освітлення не враховується навантаження приміщень без природного освітлення.

Розрахункове електричне навантаження гуртожитків ПТУ, середніх навчальних закладів і шкіл-інтернатів варто визначати відповідно вимогам підрозділу "Навантаження житлових будинків", а її участь у розрахунковому навантаженні навчального комплексу - з коефіцієнтом, рівним 0,2.

Коефіцієнти потужності для розрахунку силових мереж суспільних будинків рекомендується приймати такими:

Підприємства громадського харчування:	
а) повністю електрифіковані	0,98
б) частково електрифіковані (із плитами на газо-образному й твердому паливі)	0,95
Продовольчі й промтоварні магазини	0,85
Садки, сади-ясла-сади	
а) з електрифікованими харчоблоками	0,98
б) без електрифікованих харчоблоків	0,90
Загальноосвітні школи	
а) з електрифікованими харчоблоками	0,95
б) без електрифікованих харчоблоків	0,90
Хімчистка, фабрики-хімчистки	
із пральнями самообслуговування	0,75
Навчальні корпуси технічних-професійно-технічних училищ	0,90
Виробничі та учбово-виробничі майстерні по металообробці і деревообробці	0,60
Готелі:	
а) без ресторанів	0,85
б) з ресторанами	0,90
Будинки й установи керування, фінансування, кредитування і страхування, проектні й конструкторські організацій	
Перукарні й салони-перукарні	0,97
Ательє, комбінати побутового обслуговування	0,85
Холодильне встаткування підприємств торгівлі й громадського харчування, насоси, вентил ятори й кондиціонери повітря при потужності електродвигунів, кВт:	
а) до 1	0,65
б) від 1 до 4 включно	0,75
в) понад 4	0,85
Ліфти та інше піднімальне встаткування	0,65
Обчислювальні машини	
(без технологічного кондиціонування повітря)	0,65

Коефіцієнти потужності для розрахунку мереж освітлення
варто приймати з лампами:

люмінесцентними	0,92
накалювання	1,00
ГЛВТ із компенсованими ПРА	0,85
те ж, з некомпенсованими ПРА	0,30-0,50
газоосвітлювальних рекламних установок.	0,35-0,40

Примітка 1. Застосування світильників з люмінесцентними лампами з некомпенсованими ПРА в суспільних будинках не допускається, крім однолампових світильників потужністю до 30 Вт, що мають коефіцієнт потужності 0,5.

Примітка 2. При спільному живленні лінією розрядних ламп і ламп накалювання коефіцієнт потужності визначається з обліком сумарних активних і реактивних навантажень.

Розрахункове навантаження лінії живлення до ТП при спільному живленні цивільних споруджень (приміщень) різного призначення $P_{зд.г}$ визначається по формулі

$$P_{зд.г} = P_{зд_{\max}} + P_{зд1} \cdot K_1 + P_{зд2} \cdot K_2 + \dots + P_{здn} \cdot K_n \quad (2.23)$$

де $P_{зд_{\max}}$ - найбільша з навантажень будинків (приміщень), які живляться лінією (ТП), кВт; $P_{зд1} \dots P_{здn}$ - розрахункові навантаження всіх інших споруджень, крім будинку, що має найбільше навантаження P , чим , ті які живляться лінією (ТП), кВт; $K_1, K_2 \dots K_n$ - коефіцієнти, що враховують частку електричних навантажень споруджень (приміщень) суспільного призначення й житлових будинків у найбільшому розрахунковому навантаженні $P_{зд_{\max}}$, прийняті по табл. 2.13.

Попередні орієнтовні розрахунки електричних навантажень споруджень (приміщень) суспільного призначення допускається виконувати по укрупнених питомих електричних навантаженнях, наведеним у табл. 2.14.

Таблиця 2.13 - Коефіцієнти участі в максимумі навантаження

Назва спорудження (приміщення) найбільшим розрахунковим навантаженням	Житлові будинки з електроплитами	Житлові будинки з газовими плитами або на	Установи громадського харчування - їдальні	Установи громадського харчування - ресторани,	Середні навчальні заклади	Загальноосвітні школи, ПТУ	Установи адміністрування, фінансові, проектно-конструкторські	Торговельні підприємства одноступінні	Торговельні підприємства півтора й двоступінні	Готелі	Перукарні	Дошкільні дитячі установи	Поліклініки	Комбінати побутового обслуговування, ательє	Підприємства комунального обслуговування	Культові, видовищні учредження, кінотеатри
Житлові будинки з електроплитами	-	0,9	0,6	0,7	0,6	0,4	0,6	0,6	0,8	0,7	0,8	0,4	0,7	0,6	0,7	0,9
Житлові будинки з газовими плитами або на твердому паливі	0,9	-	0,6	0,7	0,5	0,3	0,4	0,5	0,8	0,7	0,7	0,4	0,6	0,5	0,5	0,9
Підприємства громадського харчування (їдальні ресторани, кафе)	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,5
Школи, середні навчальні заклади, ПТУ, бібліотеки	0,5	0,4	0,8	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8
Торговельні підприємства одно-, півтора-, двоступінні	0,5	0,4	0,8	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8
Установи керування, фінансові, адміністративні будинки підприємств і конструкторські - конструкторські-проектно-конструкторські організації	0,5	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,5
Готелю	0,8	0,8	0,6	0,8	0,4	0,3	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,4	0,7	0,5	0,7	0,9
Поліклініки	0,5	0,4	0,8	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8
Ательє й комбінати побутового обслуговування	0,5	0,4	0,8	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8
Культові, видовищні установи, кінотеатри	0,9	0,9	0,4	0,6	0,3	0,2	0,2	0,8	0,7	0,7	0,8	0,2	0,4	0,4	0,5	—

Примітка. Якщо від ТП живлять кілька споживачів з рівними або близькими до рівних навантаженнями, розрахунок варто виконувати щодо того навантаження, при якій *P_{max}* виходить найбільшим.

75

Таблиця 2.14 - Орієнтовні питомі розрахункові електричні навантаження суспільних будинків і споруджень (приміщень) суспільного призначення

Об'єкти масового будівництва	Одиниця виміру	Питоме навантаження	Розрахункові коефіцієнти	
			потужності (cos φ)	реактив, навантаження (tg φ)
Підприємства громадського харчування:				
а) повністю електрифіковані з кількістю місць до 500 включно	кВт на місце	1,03	0,98	0,20
б) з кількістю місць понад 500 до 1000 включно		0,85	0,98	0,20
в) з кількістю місць понад 1000		0,75	0,98	0,20
г) частково електрифіковані (с плитами на газоподібному паливі) з кількістю місць до 500 включно		0,80	0,95	0,33
д) з кількістю місць понад 500 до 1000 включно		0,70	0,95	0,33
е) з кількістю місць понад 1000		0,60	0,95	0,33
Підприємства роздрібної торгівлі:				
а) продовольчі без кондиціонування повітря	кВт на м торг. залу	0,23	0,85	0,62
б) продовольчі с кондиціонуванням повітря		0,25	0,80	0,75
в) промтоварні без кондиціонування повітря		0,14	0,85	0,62
г) промтоварні с кондиціонуванням повітря *		0,15	0,8	0,75
д) універсами без кондиціонування повітря		0,15	0,87	0,57
е) універсами с кондиціонуванням повітря		0,20	0,85	0,62
Загальноосвітні школи:				
а) з електрифікованими їдальнями і спортзалами.	кВт на один учня	0,25	0,95	0,33
б) без електрифікованих їдалень, зі спортзалами		0,17	0,90	0,48
в) з буфетами, без спортзалів		0,17	0,90	0,48
г) без буфетів і спортзалів		0,15	0,90	0,48
Професійно-технічні навчальні заклади з їдальнями	кВт на одного учня	0,45	0,80-0,92	0,75-0,48
Дитячі дошкільні установи:				
а) з електрифікованими харчоблоками	кВт на місце	0,45	0,98	0,20
б) з газовими плитами		0,20		
Школи-інтернати	кВт на місце	1,10	0,95	0,33
Доми-інтернати для інвалідів і людей похилого віку	кВт на місце	2,20	0,93	0,40

Продовження таблиці 2.14

Об'єкти масового будівництва	Одиниця виміру	Питоме навантаження	Розрахункові коефіцієнти	
			потужності (cos φ)	реактив, навантаження (tg φ)
Установи охорони здоров'я й відпочинку:				
а) лікарні хірургічного профілю		2,50	0,92	0,43
с електрифікованими харчоблоками				
б) хірургічні корпуси (без харчоблоків)		0,80	0,95	0,33
в) лікарні багатoproфільні		2,20	0,93	0,40
с електрифікованими харчоблоками				
г) терапевтичні корпуси (без харчоблоків)	на ліжко-місце	0,50	0,95	0,33
д) радіологічні корпуси (без харчоблоків)		0,70	0,95	0,33
е) лікарні дитячі з електрифікованими харчоблоками		2,00	0,93	0,40
ж) терапевтичні корпуси дитячих лікарень (без харчоблоків)		0,40	0,95	0,33
Удома відпочинку й пансіонати без кондиціонування повітря.	кВт на місце	0,40	0,92	0,43
Дитячі табори	кВт на м ² жив. приміщ.	0,03	0,92	0,43
Поліклініки	кВт на посещ. у зміну	0,15	0,92	0,43
Аптеки:				
а) без готування ліків	кВт на м ² торг. залу	0,12	0,93	0,40
б) з готуванням ліків		0,17	0,90	0,48
Кінотеатри й кіноконцертні зали:				
а) з кондиціонуванням повітря	кВт на місце	0,15	0,92	0,43
б) без кондиціонування повітря		0,12	0,95	0,33
Театри й цирки	кВт на місце	0,35	0,9	0,48
Палаці культури, клуби	кВт на місце	0,45	0,92	0,43
Готелю (без ресторанів):				
а) з кондиціонуванням повітря	кВт на місце	0,50	0,85	0,62
б) без кондиціонування повітря		0,35	0,85	0,62
Фабрики хімчистки й пральні самообслуговування	кВт/кг речей	0,08	0,75	0,88
Комбінати побутового обслуговування населення	кВт на раб. місце	0,60	0,85	0,62
Перукарні	кВт на раб. місце	1,45	0,97	0,25
Гуртожитку:				
а) з електроплитами на кухнях,	Вт на місце	0,50	0,95	0,33
б) без електроплит на кухнях		0,20	0,93	0,40

Продовження таблиці 2.14

Об'єкти масового будівництва	Одиниця виміру	Питоме навантаження	Розрахункові коефіцієнти	
			потужності (cos φ)	реактив, навантаження (tg φ)
Спорудження (приміщення) для науково-дослідних установ, проектних, управлінських, громадських організацій і культурних установ, адміністративних будинків підприємств	кВт на м ² корисної площі			
а) з кондиціонуванням повітря		0,55	0,85	0,62
б) без кондиціонування повітря		0,04	0,90	0,48
Навчальні корпуси вищих, середніх спеціальних навчальних закладів (без ідалень):	кВт на м ² корисної площі	0,05	0,90	0,48
а) з кондиціонуванням повітря		0,05	0,90	0,48
б) без кондиціонування повітря		0,035	0,92	0,43
Лабораторні корпуси вищих і середніх спеціальних навчальних закладів (без ідалень):	кВт на м ² корисної площі			
а) з кондиціонуванням повітря		0,07	0,85	0,62
б) без кондиціонування повітря		0,055	0,87	0,57
Гаражі (стоянки) індивідуального автотранспорту:	кВт/місце			
а) стаціонарні відкриті стоянки		0,05	0,90	0,48
б) закриті гаражі-бокси		0,12	0,90	0,48
в) закриті багатоповерхові й підземні, гаражі		0,22	0,87	0,57
Примітка 1. Наведені питомі електричні навантаження призначені для орієнтовного (попереднього) визначення розрахункового навантаження на уведеннях до ординарних об'єктів (спорудженням, приміщенням) і враховують усереднений комплекс установлюваних електроприймачів (включаючи комп'ютерну техніку).				
Примітка 2. Для підприємств громадського харчування питоме навантаження не залежить від наявності кондиціонерів повітря.				
Примітка 3. Для професійних навчальних закладів з їдальнями й дитячими дошкільними закладами навантаження басейнів і спортивних залів не враховані.				
Примітка 4. Для будинків відпочинку й пансіонатів без кондиціонування повітря, дитячих таборів, готелів(без ресторанів), будинків (приміщень) для науково-дослідних закладів, проектних, управлінських, громадських організацій, культових споруджень, адміністративних будинків підприємств навантаження їдалень закритого типу й ресторанів не врахований. При необхідності її варто визначати за питомими показниками підприємств громадського харчування по заданій кількості місць.				
Примітка 5. Для побутових будинків підприємств використовують зафіксовані в таблиці показники відповідних по призначенню суспільних будинків.				

У проекті необхідно дати загальний вигляд та опис формули, а також навести приклад розрахунку навантаження одного із споживачів. Результати розрахунку навантажень інших споживачів доцільно привести у вигляді таблиці (табл. 2.15) [4].

Таблиця 2.15. - Розрахункові навантаження житлових будинків

№ п.п	Розрахункове навантаження квартир					Розрахункове навантаження ліфтів				
	Кількість квартир, $n_{кв.i}$, шт	Питома потужність квартир, $P_{уд.кв.i}$, кВт/кв	Активна потужність квартир, $P_{р.кв.i}$, кВт	Реактивна потужність квартир, $Q_{р.кв.i}$, квар	Повна потужність квартир, $S_{р.кв.i}$, кВА	Кількість ліфтів $n_{л.i}$, шт.	Установлене навантаження ліфтів, $P_{у.л.i}$, кВт	Активне навантаження ліфтів, $P_{р.л.i}$, кВт	Реактивне навантаження ліфтів, $Q_{р.л.i}$, квар	Повне навантаження ліфтів, $S_{р.л.i}$, кВА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Розрахункове навантаження силових споживачів					Загальне навантаження		
Кількість установок, $n_{рс.i}$, шт	Установлена потужність установок, $P_{у.с.i}$, кВт	Активна навантаження установок, $P_{р.с.i}$, кВт	Реактивне навантаження установок, $Q_{р.с.i}$, квар	Повна навантаження установок, $S_{р.с.i}$, кВА	активне навантаження будинку, $P_{р.жд.i}$, кВт	реактивне навантаження будинку, $Q_{р.жд.i}$, квар	повне навантаження будинку, $S_{р.жд.i}$, кВА
12	13	14	15	16	17	18	19

Таблиця 2.16.

Розрахункові навантаження суспільних і комунально-побутових споживачів

№ п.п.	Найменування споживача	Характеристика споживача, $N_{о.кбп.i}$	Питоме навантаження, $P_{уд.о.кбп.i}$	Коефіцієнт тужності, $\cos \varphi_{.кбп.i}$	Розрахункове навантаження		
					активне $P_{р.о.кбп.i}$ кВт	реактивне, $Q_{р.о.кбп.i}$ квар	повне, $S_{р.о.кбп.i}$ кВА
1	2	3	4	5	6	7	8

2.1.4. Навантаження зовнішнього та внутриквартального освітлення

Розрахункові навантаження зовнішнього освітлення в курсовому проекті можуть бути визначені за допомогою даних, наведених у табл. 2.17.

Розрахункове навантаження від вуличного освітлення знаходять по формулі:

$$P_{p.во.} = \sum_i^{n_y} P_{уд.во.i.} \cdot L_{в.i} , \quad (2.7)$$

де $P_{p.во.}$ – розрахункове навантаження від вуличного освітлення мікрорайону;
 $P_{уд.во.i.}$ – питоме розрахункове навантаження вулиць категорії $i = 1; 2; 3; 4; 5$;
 n_y – число категорій вулиць; $L_{в.i}$ – довжина вулиць категорії i -го мікрорайону.

При визначенні категорій вулиць необхідно виходити з того, що одна з вулиць мікрорайону ставиться до категорії Б, інші до категорії В. Віднесення вулиць до тієї або іншої категорії виконується студентом довільно. У проекті необхідно дати опис формул і зробити розрахунки навантажень зовнішнього освітлення.

Результати розрахунку зводяться в таблицю (табл. 2.15).

При розрахунку реактивної складової навантаження значення коефіцієнта потужності може бути прийняті рівним 0,85 для ртутних ламп та 1,0 – для ламп розжарювання. При цьому, ртутні лампи рекомендується застосовувати для освітлення вулиць і автострад, а лампи розжарювання – для внутрішньо-квартального освітлення.

Розрахункове навантаження внутриквартального освітлення визначається по формулі:

$$P_{p.вко.} = P_{уд.вко.} \cdot F_{мр.} , \quad (2.24)$$

де $F_{мр.}$ – загальна площа мікрорайону; $P_{уд.вко.}$ – розрахункове питоме навантаження внутриквартального освітлення, приймається рівним 1,2 кВт/га.

Таблиця 2.17 - Характеристика вулиць і територій мікрорайону

Категорії вулиць, доріг, площ	Об'єкти	Найбільша годинна інтенсивність руху в обох напрямках, од/ч	Середні		Середнє значення питомого навантаження довжини вулиць, кВт/км
			яскравість, кд/м ²	освітленість, лк	
А	Магістральні вулиці загальноміського значення, швидкісні дороги, площі (головні, вокзальні, транспортні, передмостові)	більше 3000 1000-3000 500-1000 менш 500	1,6 1,2 0,8 0,6		80-100
Б	Магістральні вулиці районного значення, дороги загальноміського значення, переважно вантажного руху, площі перед великими загальними будинками й спорудами (стадіонами, театрами, торговими центрами і т.ін.)	більше 2000 1000-2000 500-1000 менш 500	1 0,8 0,6 0,4		20-30
В	Вулиці й дороги місцевого значення: житлові вулиці, дороги промислові і комунально-складських районів, селищні вулиці й дороги	500 і більше менш 500	0,4 0,2		7-10
Г	Території мікрорайонів: пішохідні алеї і дороги. Внутрішні службові та пожежні проїзди. Прогулянкові доріжки. Площадки дитячих садів, ясел, шкіл.			2 1 10	3-5

Таблиця 2.18 - Розрахункове навантаження зовнішнього освітлення

№ п.п	Категорія вулиці	Питоме розрахункове навантаження, $P_{уд.во.i}$ кВт/км	Довжина вулиці $L_{во.i}$ км	Розрахункове навантаження		
				Активне, $P_{р.во.i}$ кВт	Реактивне $Q_{р.во.i}$ квар	Повне $S_{р.во.i}$ кВА
1	2	3	4	5	6	7

2.1.5. Картограма навантажень

Для наочного подання навантажень на генеральному плані мікрорайону потужність показують у вигляді окружностей, площа колу яких прямо пропорційна навантаженню споживачів.

При цьому, радіус кола визначається по формулі:

$$r_i = \sqrt{\frac{S_{p.i.}}{\pi \cdot m}}, \quad (2.25)$$

де $S_{p.i.}$ – повна потужність споживача, kBA ; m – масштаб навантаження $\text{kBA}/\text{мм}^2$, загальний для всіх споживачів й обумовлений технічною можливістю одночасного представлення на генеральному плані мінімального та максимального з навантажень.

Центр кола розташовується в геометричному центрі фігури, що зображує навантаження. В середині кола пишеться цифра, що визначає величину потужності. Для більшої наочності площа колу ділиться на сектори пропорційно силовій та освітлювальній потужності. При цьому сектор силового навантаження заштриховується. Кут сектора силового навантаження d_c може бути визначений по формулі [4]:

$$d_{c.i.} = \frac{360}{S_{p.kv.i.}/S_{p.c.i.} + 1}, \quad (2.26)$$

де $S_{p.kv.i.}$ та $S_{p.c.i.}$ – потужність квартирнього й силового навантаження, відповідно.

В проекті необхідно дати опис розрахункових формул і привести приклад розрахунку. Картограми інших навантажень доцільно привести у вигляді таблиці (табл.2.19).

Таблиця 2.19 - Картограма навантажень

№ п.п.	Розрахункове навантаження споживача			Параметри картограми	
	Повне, $S_{p.i.}$ кВА	Квартирне, $S_{p.kv.i.}$ кВА	Силове, $S_{p.i.i.}$ кВА	Радіус кола r_2 мм	Кут сектора силового навантаження, $d_{c.i.}$, град.
1	2	3	4	5	6

2.1.6. Розрахунок навантаження мікрорайону

Розрахунок навантаження мікрорайону виконується шляхом множення суми розрахункових навантажень окремих груп однорідних споживачів на коефіцієнт співвідношення максимумів до найбільшого з навантажень по формулі:

$$P_{p\text{ мкр}} = P_{p\text{ max}} + k_1 \cdot P_{p1\Sigma} + k_2 \cdot P_{p2\Sigma} + \dots + k_n \cdot P_{pn\Sigma} \quad (2.27)$$

де $P_{p\text{ max}}$ – найбільше з електричних навантажень груп однорідних споживачів; $P_{p1\Sigma}, P_{p2\Sigma}, \dots, P_{pn\Sigma}$ – розрахункові навантаження інших груп споживачів; k_1, k_2, \dots, k_n – коефіцієнт участі в максимумі, що враховує частку електричних навантажень груп споживачів відносно максимуму найбільшої з розрахункових потужностей.

У звичайних умовах найбільшої з навантажень $P_{p\text{ max}}$ є сумарна потужність житлових будинків з електричними плитами $P_{p\text{ жб}\Sigma}$ тобто

$$P_{p\text{ max}} = P_{p\text{ жб}\Sigma} = P_{\text{уд.кв.і}} \cdot n_{\text{кв}\Sigma} + 0,9 \left(\sum_{i=1}^{n_{\text{л}\Sigma}} P_{\text{у.л.}\Sigma} \cdot k_{\text{с.л.}\Sigma} + \sum_{i=1}^{n_{\text{б}\Sigma}} P_{\text{уд.}\Sigma} \cdot k_{\text{с.б.}\Sigma} \right), \quad (2.28)$$

де $P_{\text{уд.кв.і}}$ – питоме навантаження усіх житлових квартир мікрорайону з електричними плитами, залежно від сумарної кількості квартир з електричними плитами мікрорайону $n_{\text{кв}\Sigma}$, $k_{\text{с.л.}\Sigma}$, $k_{\text{с.б.}\Sigma}$ – коефіцієнт попиту, визначений в дод. 3 залежно від сумарного числа установок $n_{\text{л}\Sigma}$, $n_{\text{б}\Sigma}$ мікрорайону.

В якості інших споживачів виступає звичайно різного роду суспільні будинки, а також промислові підприємства, розрахунок навантажень яких виконаю раніше. Значення коефіцієнтів k_1, k_2, \dots, k_n для всіх варіантів $P_{p\text{ max}} = P_{p\text{ жб}\Sigma}$ наведено в дод. Н. Для зовнішнього і внутриквартального освітлення $k_{\text{внo}} = 1$.

У проекті необхідно виконати розрахунок навантажень споживачів мікрорайону по групах: житлові будинки, школи, магазини, підприємства і т.ін.,

визначити групу споживачів з найбільшим навантаженням $P_{p \max}$ і щодо її визначити розрахункове навантаження мікрорайону $P_{p \text{ мкр}}$. При цьому $k_{\text{мно}} = k_{\text{eko}} = 1$. Результати розрахунку звести в табл. 2.20.

Таблиця 2.20 - Розрахунок навантажень мікрорайону

№ п/п	Найменування груп споживача	Розрахункове активне навантаження $P_{p i}, \text{ кВт}$	Коефіцієнт участі в максимумі, k_i	Розрахункова часткова потуж- ність групи споживачів, $P_{p. i \Sigma}, \text{ кВт}$
1	2	3	4	5
1.	Житлові будинки			
2.	Школи			
3.	Дитячі садки			
			
Разом $P_{p. \text{ мр.}}$				

2.1.7. Визначення числа й потужності трансформаторних підстанцій

Число й потужність ТП, а також установлених у них трансформаторів впливають на техніко-економічні показники системи електропостачання в цілому. Від правильного вибору числа й потужності трансформаторів ТП, а також їхнього розміщення на території міста залежить ефективність функціонування системи в цілому.

Основним при виборі числа трансформаторів ТП є категорія надійності й обрана в розд.3 схема електропостачання підключених споживачів. Зокрема, для живлення споживачів першої категорії й відповідальних споживачів другої категорії застосовуються двохтрансформаторні підстанції в сполученні із двопроточними схемами живлення. Кожен трансформатор при цьому живиться окремою лінією, підключеною до незалежного джерела живлення. У випадку виходу з ладу одного із трансформаторів інший, відповідно до припустимого по ППЕ аварійним перевантаженням, забезпечення живлення майже всіх трансформаторів що залишились в роботі, повинно здійснитися автоматично.

Для живлення споживачів другої й третьої категорії залежно від сумарного навантаження споживачів можуть застосовуватися як двох- так й однострансформаторні підстанції в сполученні з петлевими схемами живлення. Причому, при застосуванні однострансформаторних ТП живлення споживачів другої категорії в аварійному режимі здійснюється від найближчої ТП за допомогою перемички.

Однострансформаторні ТП можуть бути також застосовані й для живлення споживачів першої категорії, якщо їхня потужність не перевищує 15-20 % потужності ТП. Резервування цих споживачів здійснюється за допомогою перемички від сусідньої ТП.

Крім того, при виборі числа трансформаторів ТП необхідно мати на увазі, що застосування двох трансформаторів замість одного рівноцінної потужності у всіх випадках нераціонально у зв'язку з тим, що питома вартість і питомі втрати двох і більше трансформаторів завжди вище, ніж одного.

Потужність трансформаторів, а отже число й потужність ТП, безпосередньо впливають на всі наступні рішення, пов'язані з побудовою системи електропостачання. У загальному виді задача визначення найвигіднішої потужності трансформаторів ТП може бути вирішена шляхом знаходження аналітичної залежності наведених витрат, пов'язаних з передачею енергії через розглянуту систему; від потужності трансформаторів ТП. Мінімальне значення цих витрат і визначає оптимальну потужність трансформаторів ТП. Однак визначення найвигіднішої потужності трансформаторів ТП вимагає перебору великої кількості варіантів, що у зв'язку з високою трудоемністю розрахунків не завжди може бути здійснено. Тому для орієнтовного визначення економічно доцільної потужності трансформаторів ТП може бути застосована формула [5], отримана на підставі численних розрахунків:

$$S_{mn.e.} = 1,45\sqrt[3]{\sigma^2}, \quad (2.29)$$

де $\sigma = S_{p.mkr.}/F_{mr.}$ – щільність навантажень мікрорайону; $S_{p.mkr.}$ – розрахункове значення потужності навантажень мікрорайону, наведене в розд. 2.1.6; $F_{mr.} = L_{mr.} \cdot H_{mr.} \cdot m$ – площа мікрорайону; $L_{mr.}$, $H_{mr.}$ – довжина й ширина мікрорайону, взяті з генерального плану мікрорайону, що наведено у вхідних даних; m – масштаб генерального плану (для генеральних планів, наведених у дод. В, $m = 1:2000$).

Для практичних розрахунків можуть бути застосовані дані, наведені в табл.2.21, отримані в результаті розрахунків по 2.29 для різних значень σ .

Таблиця 2.21 - Значення найвигіднішої потужності ТП

Поверховість забудови	Потужність і кількість ТП, кВА			
	щільність навантаження, МВт/км ²			
	0,8 - 1,0	1,0 - 2,0	2,0 - 5,0	більше 5
будинки 1-4 поверхів	1×160	1×250	1×400	–
будинки 5 поверхів	–	–	–	1×630
вище 5 поверхів	–	–	–	2×630

Після визначення найвигіднішої потужності ТП знаходять орієнтовне число трансформаторних підстанцій у виді:

$$n_{ТП} = \frac{P_{p.mkr.}}{k_{дон} \cdot S_{тп.e} \cdot \cos \varphi_{мкр}}, \quad (2.30)$$

де $n_{ТП}$ – число трансформаторних підстанцій мікрорайону; $P_{p.mkr.}$ – розрахункове навантаження мікрорайону; $S_{тп.e} = S_{тр.e} \cdot n_{тр}$ – економічно найвигідніша потужність ТП; $k_{дон}$ – коефіцієнт, що враховує припустиме навантаження трансформаторів залежно від ступеня резервування (табл.2.22). Зазвичай обирають $k_{дон} = 1,4$ за умов резервування трансформаторної потужності; $n_{тр}, S_{тр.e}$ – число і потужність трансформаторів; $\cos \varphi_{мкр}$ – коефіцієнт потужності споживачів мікрорайону.

Далі визначається встановлена потужність споживачів, приєднаних до однієї ТП $P_{вст.en}$ по формулі:

$$P_{уст.ен} = S_{ТП} \cdot k_{дон} \cdot \cos \varphi_{мкр} \quad (2.31)$$

Використовуючи картограму навантажень споживачі розбиваються на $n_{ТП}$ однотипних груп загальною потужністю $P_{вст.ен}$ кожна ТП у кількості знайденому вище, розміщають на плані. Потім визначаються дійсне навантаження на кожній ТП по формулі:

$$P_{р ТП} = P_{р ТП \max} + k_1 \cdot P_{р ТП1} + k_2 \cdot P_{р ТП2} + \dots + k_n \cdot P_{р ТПn}, \quad (2.32)$$

де $P_{р ТП \max}$ – максимальне з навантажень ТП; $k_n, P_{р ТПn}$ – значення і коефіцієнти участі в максимумі відповідних навантажень.

Звичайно $P_{р ТП \max} = P_{р ТП жб} = P_{уд кв ТП} \cdot n_{кв ТП}$, де $n_{кв ТП}$ – число квартир, що живляться від даної ТП; $P_{уд кв ТП}$ – питоме навантаження квартир, що живляться від ТП. Тоді $P_{р ТПi}$ – являють собою розрахункові навантаження комунальних побутових і промислових споживачів, наведені раніше в 2.1.3, 2.2.4; k_i – коефіцієнт участі в максимумі цих споживачів стосовно споживачів житлових будинків, обумовлені дод. Н.

Таблиця 2.22 - Величина припустимих систематичних перевантажень трансформаторів у нормальному режимі

Тривалість максимуму навантаження год/доб.	Кратність попереднього навантаження трансформаторів			
	0,4	0,6	0,8	1,0
1	1,50	1,50	1,50	1,48
2	1,50	1,50	1,46	1,33
4	1,36	1,34	1,31	1,23
6	1,28	1,26	1,24	1,18

Таблиця 2.23 - Припустима розрахункова кратність аварійних перевантажень трансформаторів

Кратність аварійної перевантаження K_a , в.о.	1,30	1,45	1,60	1,75	2,0	3,0
Припустима тривалість перевантаження t_a , хв.	120	80	45	20	10	1,5

Після цього перевіряється потужність обраних трансформаторів:
за умовами нормального режиму

$$S_{\text{тр } n} = \frac{P_{p \text{ ТП } n}}{k_{\text{дон } n} \cos \varphi \cdot n_{\text{тр}}};$$

за умовами аварійного режиму

$$S_{\text{тр } a} = \frac{P_{p \text{ ТП } a}}{k_{\text{дон } a} \cos \varphi \cdot (n_{\text{тр}} - 1)};$$

Вибір трансформаторів ТП завершується складанням дійсних коефіцієнтів завантаження із припустимими їх значеннями, певними по формулі:

$$K_{zn} = \frac{P_{p \text{ ТП } n}}{S_{\text{тр } n} \cdot n_{\text{тр}} \cdot \cos \varphi}, \quad (2.33)$$

$$K_{za} = \frac{P_{p \text{ ТП } a}}{S_{\text{тр } a} \cdot (n_{\text{тр}} - 1) \cdot \cos \varphi}, \quad (2.34)$$

де $S_{\text{тр } n}, S_{\text{тр } a}$ – необхідна потужність трансформаторів ТП у нормальному й аварійному режимах відповідно; $P_{p \text{ ТП } n}, P_{p \text{ ТП } a}$ – розрахункові навантаження ТП у нормальному й аварійному режимах; $\cos \varphi = 0,9$ – прийняте значення коефіцієнта потужності; $k_{\text{дон } a}$ – коефіцієнт, що враховує припустиме перевантаження трансформаторів в умовах аварійного або після аварійного режиму (табл. 2.23); $n_{\text{тр}}$ – кількість трансформаторів, планованих до установки на підстанції, приймаємо рівним 1 або 2 залежно від величини розрахункового навантаження, категорійності електроприймачів, обраної структури та схеми мережі СН. Причому, навантаження аварійного (післяаварійного) режиму утворюються при відключенні або виході з ладу трансформатора, з'єданого з першим трансформатором, що, по нижчій стороні при повному або частковому резервуванні. Результати розрахунків зводяться в табл. 2.24.

У випадку, якщо розраховані значення коефіцієнтів завантаження відрізняються від наведених у табл. 2.22, 2.23, то необхідно зробити

перерозподіл споживачів ТП таким чином, щоб коефіцієнт завантаження трансформаторів перебував у припустимих межах. При відсутності даних у графіках навантажень споживачів значення коефіцієнта завантаження трансформаторів у нормальному режимі для одотрансформаторних ТП може бути прийнятий рівним 0.9, а для двотрансформаторних – 1.4. При відсутності додаткових даних значень коефіцієнта припустимого перевантаження трансформаторів припустиме перевантаження трансформаторів в аварійному режимі може бути прийнято рівним 1.6.

2.1.8. Розміщення підстанцій на плані міста

Після вибору кількості й потужності трансформаторних підстанцій визначають їх конструкцію та місце розташування.

Конструктивно ТП можуть виконуватися у вигляді всерединістоячих, вбудованих, прибудованих та окремостоячих (зовнішніх і підземних) або дахових, одно- або двоповерхових, з повітряними або кабельними вводами. Найпоширенішою є конструкція одноповерхової ТП, яка стоїть окремо із кабельними вводами. Останнім часом у системах електропостачання міст усе більше широкое поширення одержують ТП підземного типу, вбудовані в підвали житлових і суспільних будинків, а також дахові. У першу чергу це ставиться до районів підвищеної поверховості з високою щільністю навантажень (з 16-24 поверховими будинками). Для зменшення наведених втрат у мережі 0,38 кВ ТП розташовують можливо ближче до центра електричних навантажень. Координати центра навантажень можна визначити як:

$$X_u = \frac{1}{\sum_{i=1}^n P_{p.i}} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \cdot P_{p.i}, \quad (2.35)$$

$$Y_{\text{ц}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n P_{p.i.}} \cdot \sum_{i=1}^n y_i \cdot P_{p.i.}, \quad (2.36)$$

де $P_{p.i}$ – електричні навантаження, підключені до ТП; x_i, y_i – координати навантажень; $P_{p.i}$ – збігаються з координатами центрів геометричних фігур-обрисів будинків).

При розміщенні ТП варто передбачати можливість проїзду механізмів для виробництва монтажних і ремонтних робіт, зручний підхід кабельних ліній вищої та нижчої напруг. Розташування ТП повинне задовольняти архітектурним вимогам забудови селитебної зони. У проекті необхідно розрахувати координати $X_{\text{ц}i}$, $Y_{\text{ц}i}$ – кожної із ТП і розмістити ТП на плані мікрорайону (рис.2.1). Результати розрахунку необхідно представити у вигляді табл. 2.24.

Таблица 2.24

№ п/п	Номер будинку	Розрахункове навантаження $P_{p.i}$	Координати		Розрахунковий параметр	
			x_i	y_i	X_i	Y_i
1	2	3	4	5	6	7

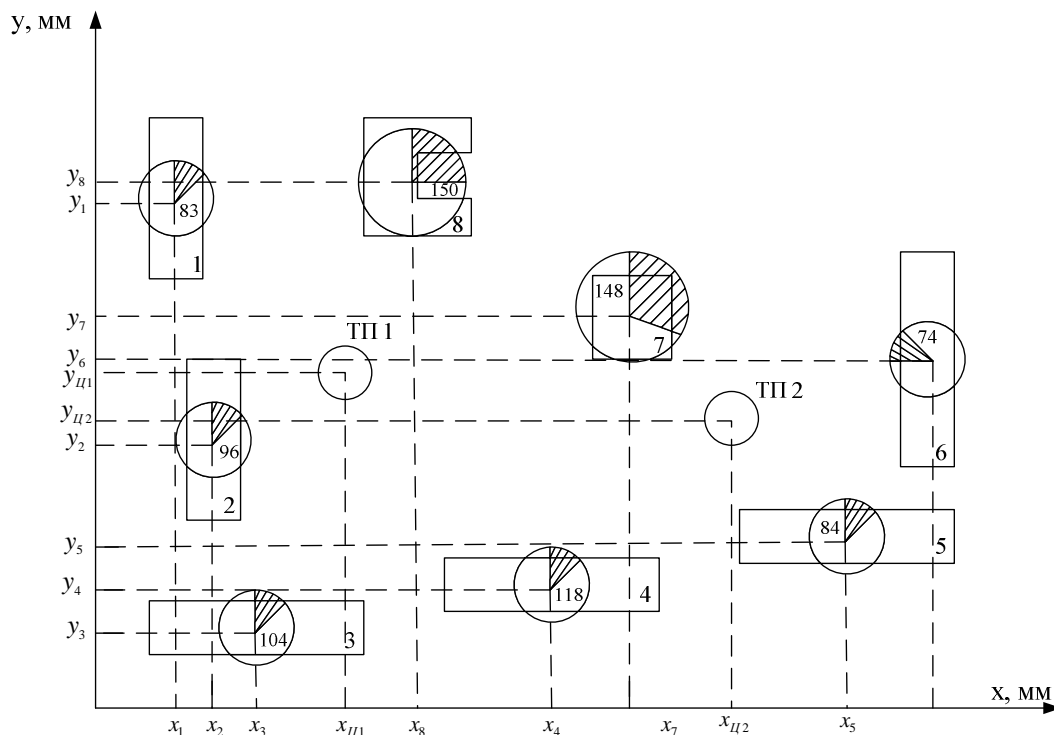


Рис. 2.1. - Визначення координат ТП

Таблиця 2.25. - Вибір потужності й визначення коефіцієнтів завантаження трансформаторів

№ ТП	№ об'єкта за планом	Електричне навантаження житлових будинків									
		Розрахункове навантаження квартир			Розрахункове навантаження ліфтових установок			Розрахункове навантаження силових установок			Розрахункове навантаження житлових будинків,
		Загальна кількість квартир,	Питоме навантаження квартир,	Розрахункове навантаження квартир,	Загальна кількість ліфтових установок,	Коефіцієнт попиту ліфтових установок,	Розрахункове навантаження ліфтових установок,	Загальна кількість силових установок,	Коефіцієнт попиту силових установок,	Розрахункове навантаження силових установок,	
		$n_{\text{кв.ТП}}$	$P_{\text{уд кв.ТП}}$	$P_{\text{р. кв.ТП}}$	$n_{\text{л.ТП}}$	$n_{\text{с лл.т}}$	$P_{\text{р л тт}}$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

16

Розрахункове навантаження суспільних і комунально-побутових споживачів $P_{\text{р скпс тт}}$	Електричне навантаження суспільних і комунально-побутових споживачів		Необхідна потужність споживачів ТП	Розрахункове навантаження		Прийнята встановлена потужність трансформаторів	Коефіцієнт завантаження трансформаторів	
	Коефіцієнт участі в максимумі	Пайове розрахункове навантаження		Нормального режиму	Аварійного режиму		Нормального режиму	Аварійного режиму
13	14	15	16	17	18	19	20	21

2.2. Вибір технічно-доцільних варіантів схем живильних та розподільних мереж середньої та низької напруг

2.2.1. Вибір структури системи електропостачання

У системах електропостачання споживачів міст найбільше поширення знайшли п'яти- і шестиланкові схеми, виконані по системі двох напруг. У якості *першої ланки* в системах електропостачання міст виступають живильні мережі високої напруги, до складу яких входять понижуючі підстанції 110/220/10 кВ, що живлять їхні лінії, а також лінії, що зв'язують мережі із джерелами живлення, розташованими на території міста. Як правило, живильна мережа високої напруги виконується у вигляді кільця 110 або 220 кВ, що охоплює територію міста, з розташуванням уздовж його понижуючих підстанцій 110/220/10 кВ, що знаходяться в центрах навантажень районів міста.

У якості *другої ланки* систем електропостачання міст виступають живильні мережі середньої напруги, що складаються із розподільних підстанцій РП і живильних ліній середньої напруги 6-10 кВ.

Третьою ланкою систем електропостачання є розподільні мережі середньої напруги, що складаються із трансформаторних підстанцій ТП та живлячих їх ліній середньої напруги.

Четвертою ланкою систем електропостачання міст є розподільні мережі низької напруги, які з'єднують ТП із вводом до споживачів.

П'ятою ланкою систем електропостачання міст є живильні мережі низької напруги, які з'єднують шафи управління (ГРЩ) з ввідно-розподільним пристроєм (ВРП).

Шостою ланкою систем електропостачання міст є групові розподільні мережі низької напруги які з'єднують групові шафи управління (ГРШ) з електроприймачами.

Вибір структури системи електропостачання міста полягає у виборі й обґрунтуванні числа ланок та принципових рішень щодо схем мереж. Вибір

структури системи електропостачання освітлювальних споживачів визначається зіставленням можливих рішень. Перевагу треба віддавати п'ятиланковій схемі (без РП). Доцільність застосування шостиланкової схеми (з РП 6(10)/20 кВ) повинна обґрунтовуватися техніко-економічним розрахунком у кожному окремому випадку з одночасним визначенням кількості й потужності РП.

Для встановлення потужності РП можна використати дані проектної практики (табл.2.26). У табл.2.26 наведені оптимальні потужності РП залежно від поверхневої щільності навантаження. Для районів багатоповерхової забудови (5 поверхів і вище) при щільності завантаження більше 5 МВт/км² оптимальне навантаження РП по [4] становить:

- при напрузі 10 кВ – 16 МВт/км²;
- при напрузі 6 кВ – 10 МВт/км².

Оптимальну кількість РП визначають, як частку від розподілу навантаження мікрорайону (або міста) на найвигідніше навантаження РП із округленням отриманого результату до найближчого цілого числа.

РП приймаються секціонованими з установкою секційного вимикача або роз'єднувачів. РП варто розташовувати поблизу району, що живить від нього, зі зсувом убік джерела живлення. Можливі варіанти розташування РП можуть бути зіставлені за техніко-економічними показниками.

Таблиця 2.26 - Значення оптимальної потужності РП

Поверхнева щільність навантаження, МВт/км ²	Потужність РП, МВт	
	6 кВ	10 кВ
3	5,0	8,0
5	7,0	11,0
8	9,0	14,0
10	10,0	16,0
15	15,0	18,0

Схеми з РП у першу чергу застосовувати треба при значній віддаленості району електропостачання від ЦЖ і зниженому рівні надійності розподільної мережі середньої напруги.

Допускається застосування РП при навантаженні на шинах не менш 7 МВт при напрузі 10 кВ й 4 МВт – при напрузі 6 кВ.

У проекті необхідно привести план-схему й визначити приблизно розрахункову потужність споживачів мікрорайону міста, як:

$$S_{p.m.} \approx \frac{P_{p.mr.} \cdot n_m}{\cos \varphi_m},$$

де $P_{p.mr.}$ – розрахункова потужність мікрорайону, наведена в розд. 2.1.6; n_m – число мікрорайонів, наведене в завданні; $\cos \varphi_m$ – середньозважений коефіцієнт потужності споживачів міста, рівний 0,92.

За відомим значенням потужності споживачів міста $S_{p.m.}$ визначається щільність навантаження σ_m , як

$$\sigma_m = \frac{S_{p.m.}}{F_m},$$

де $F_m = F_{mr} \cdot n_{mr}$ – площа міста; F_{mr} – площа мікрорайону, визначена планом мікрорайону з врахуванням масштабу; n_{mr} – число мікрорайонів, визначена завданням.

За значенням σ_m визначається структура системи електропостачання й вибираються основні принципові рішення. Загальний вигляд план-схеми району міста з 8 мікрорайонами та 6 ТП у кожному, при розташуванні ЦП із західної сторони, наведені на рис.2.2.

У проекті необхідно виконати розрахунок величини та щільності навантаження району міста, вибрати структуру системи електропостачання споживачів й визначити основні принципові рішення.

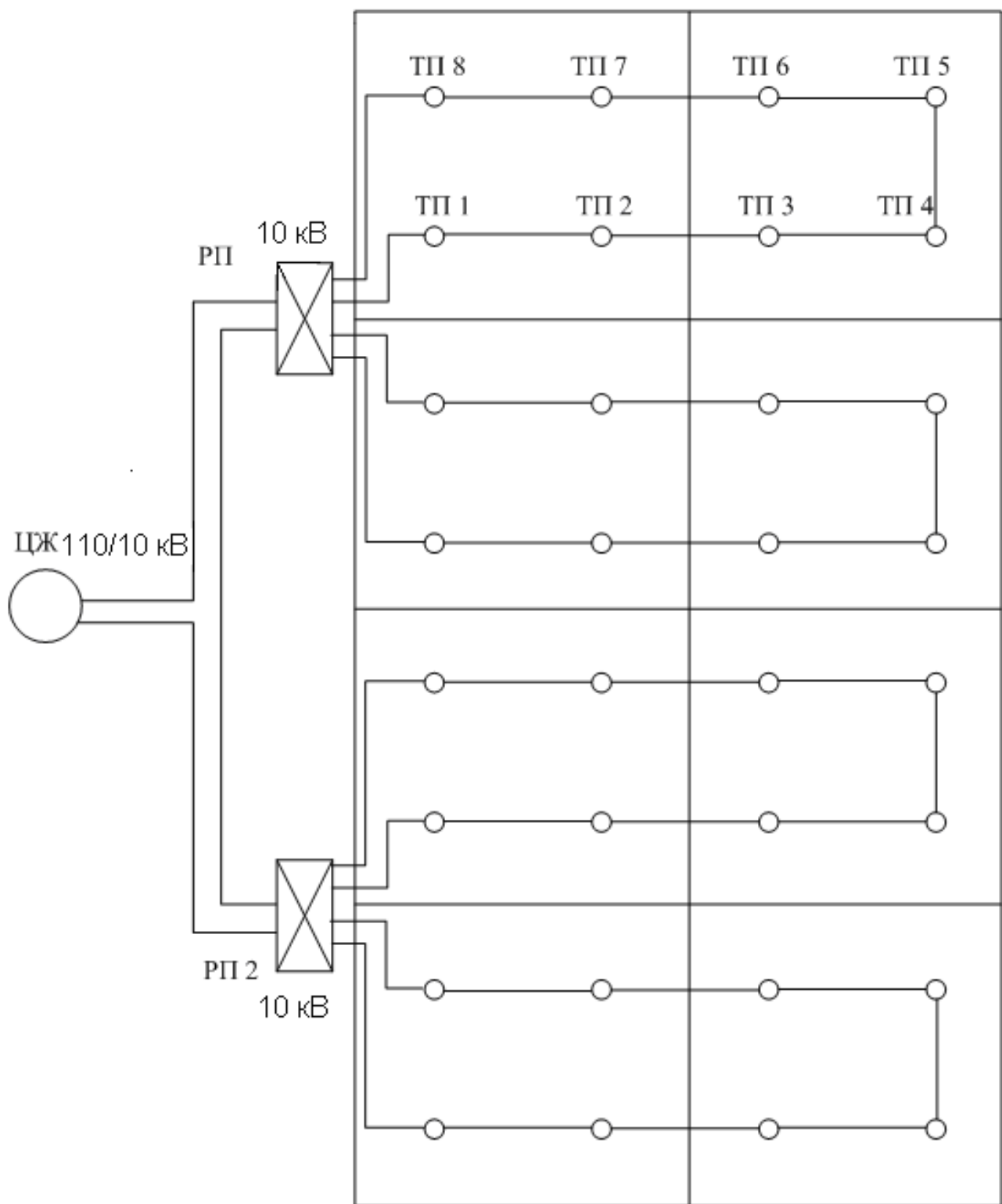


Рис.2.2. - План-схема району міста з розподільними мережами 6(10) кВ

2.2.2. Вибір напруги системи електропостачання освітлювальних установок

Напруга систем електропостачання освітлювальних споживачів міст залежить від характеристики джерел живлення, потужності й віддаленості навантажень. Число ступенів трансформації повинне бути мінімальним. Для більшості міст найбільш доцільною є система напруг 220-110/10 кВ. Напруги 35 та 6 кВ застосовуються тільки при наявності особливого техніко-економічного обґрунтування.

Задача вибору напруги кожного ступеня трансформації, а також числа ступенів трансформації для конкретної системи електропостачання споживачів повинна розглядатися з врахуванням вхідних даних, у якості яких виступають, як правило, площа міста та дальність передачі потужності. Додатково повинні враховуватися характеристики й розміщення джерел живлення, а також щільність навантаження.

Ступень напруги конкретної системи електропостачання встановлюється однозначно характеристиками джерел живлення. Вибір найвигіднішої напруги для передачі заданої потужності вирішується шляхом визначення залежності напруги від відстані при заданій величині потужності що передається. Залежність передатної потужності споживача міста S_m від відстані до джерела живлення $L_{дж}$ для напруги 10 й 110 кВ наведена на рис.2.4 [5]. Область економічно доцільної напруги 110 кВ тут вище кривої $S_m(L_{дж})$, а область напруги 10 кВ доцільна при дальності до 5 км. При більшій дальності доцільне використання напруги 110 кВ і т.ін. На рис.2.4 наведений загальний вигляд системи електропостачання споживачів виконаний по системі двох напруг 110 й 10 кВ. При цьому для електропостачання споживачів 10 кВ використовується варіант *а* або *б* залежно від щільності електричних навантажень. У випадку застосування напруги 110 кВ система електропостачання виконується за варіантом *в*.

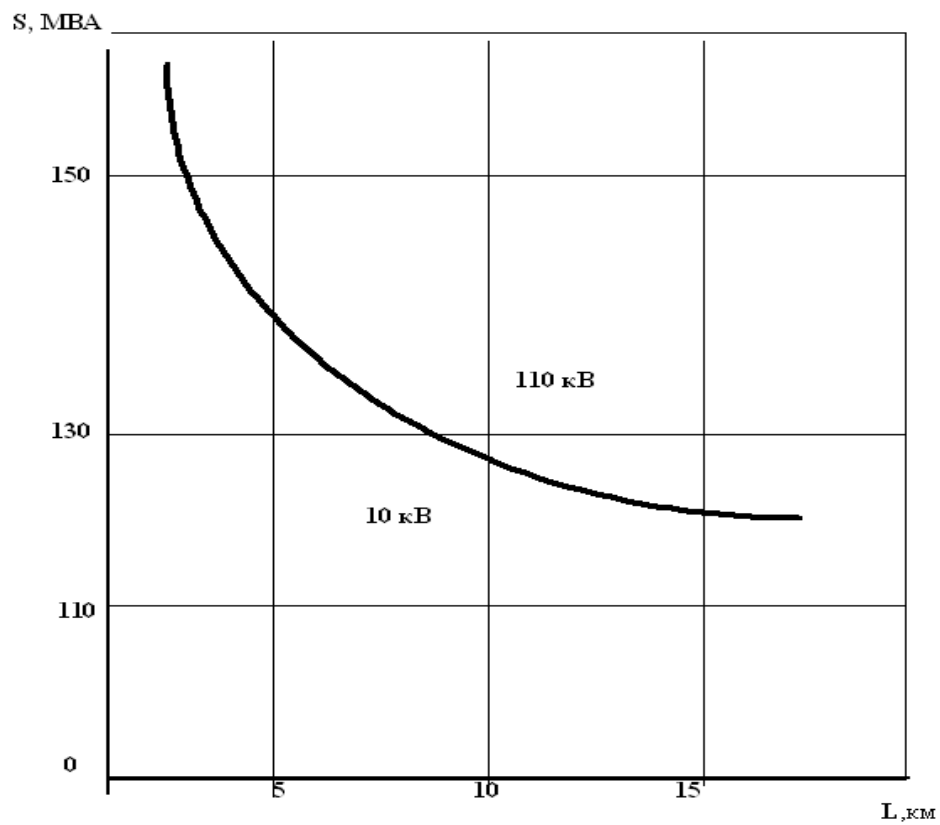


Рис. 2.4. Графічна залежність $S=f(L)$

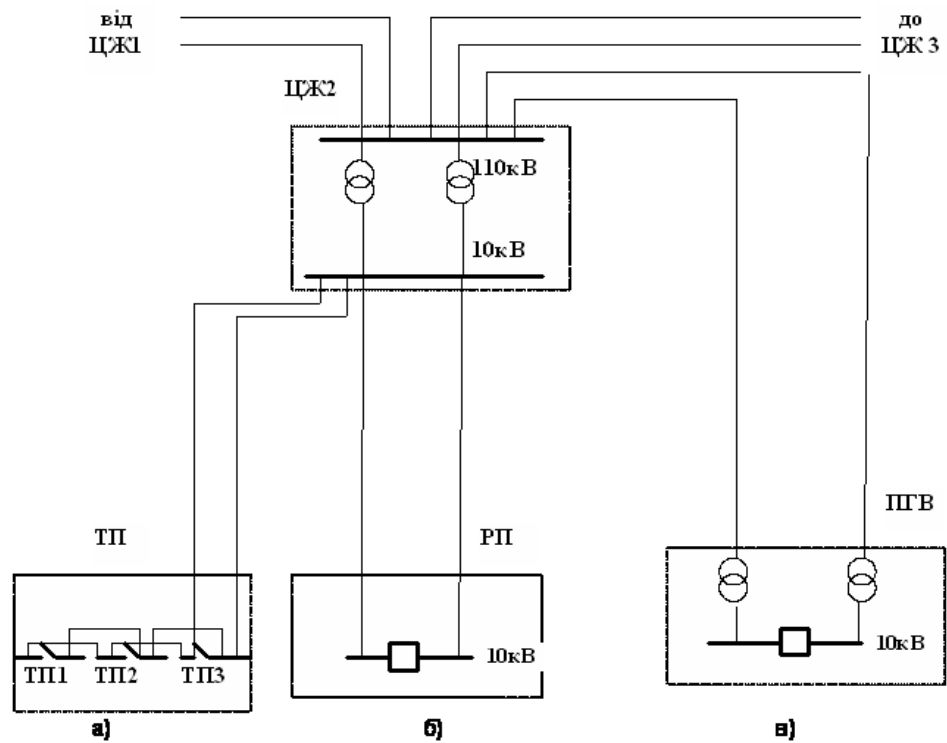


Рис. 2.5. Варіанти структурного виконання систем електропостачання
а) без РП; б) з РП; в) з ПГВ

У споруджуваних, а також підлягаючих реконструкції і капітальному ремонту будинках та у спорудженнях живлення освітлювальних електроприймачів треба здійснювати від мережі 380/220 В з системою заземлення TN-S або TN-C-S (рис.2.6).

У мережах із системою заземлення TN-C-S поділ PEN-провідника на PE- і N-провідники рекомендується виконувати у ВУ, ВРП, ГРЩ, на вводах у будинок (спорудження).

В будинках і спорудженнях з вбудованими або прибудованими ТП перевагу треба віддавати мережам із системою заземлення TN-S.

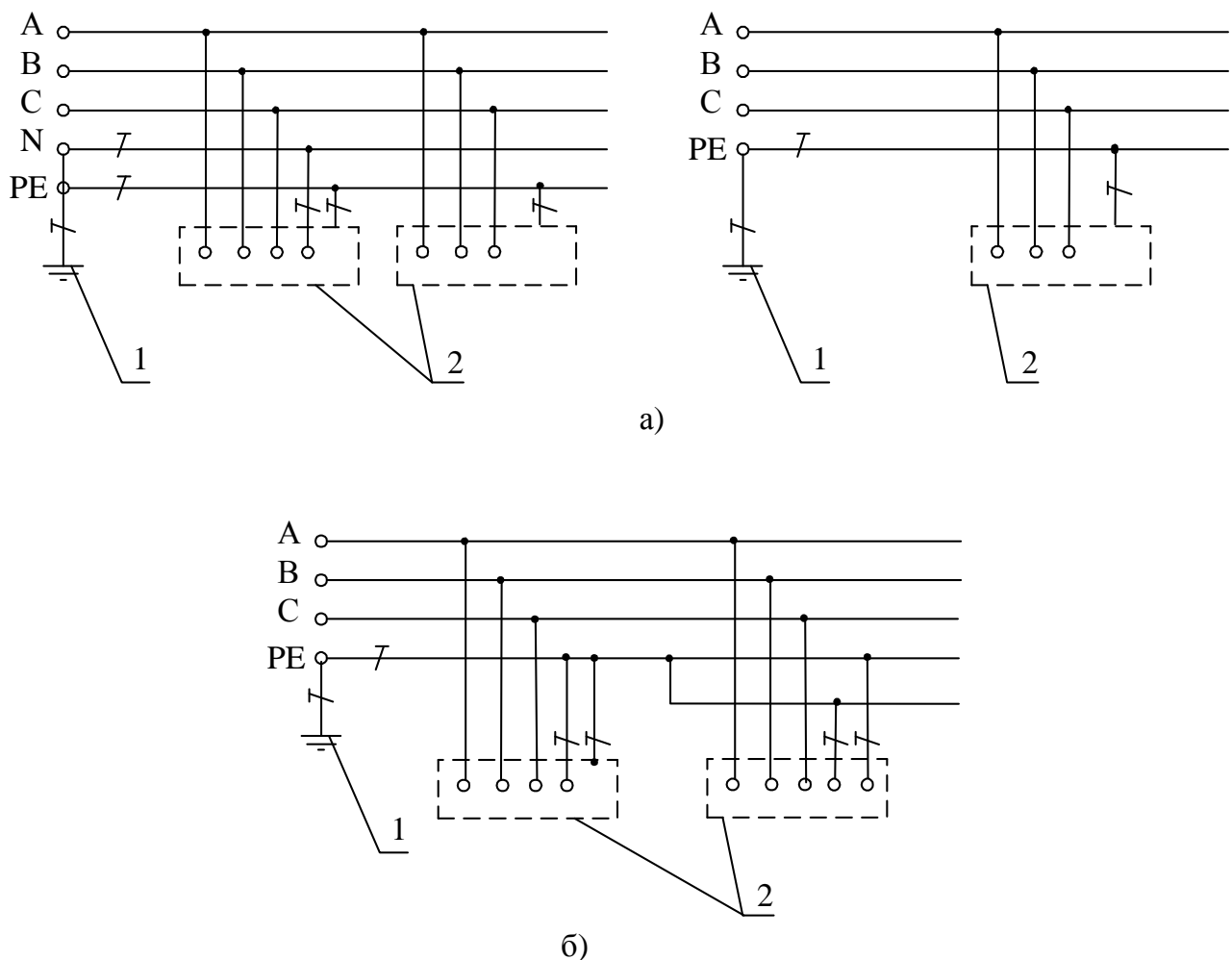


Рис. 2.6. Системи захисного заземлення в мережах трифазного змінного струму: а) система TN-S; б) система TN-C-S

1 – пристрій, що заземлює; 2 – відкрита провідникова частина

2.2.3. Вибір схем живильних й розподільних мереж

2.2.3.1. Вибір схеми живильних мереж середньої напруги

Живильна мережа призначена для живлення РП. Оскільки потужність РП звичайно перевищує 10000 кВА, то живильна мережа обслуговує електроприймачів I-й категорії й повинна бути виконана з автоматичним вводом резервного живлення.

Для живлення мережі найбільше широко застосовуються схеми з паралельною роботою живильної лінії, що мають селективний релейний захист, і схеми з розділеною роботою живильних ліній із застосуванням пристроїв для автоматичного включення резерву.

З огляду на економічні й експлуатаційні показники роботи схеми живильної мережі, рекомендується у всіх випадках, коли це дозволяє потужність установлені в мережі апаратур, віддавати перевагу схемі з паралельно працюючими лініями.

Якщо паралельну роботу живильних ліній не можна здійснити, то варто застосовувати схему з АВР. Достоїнством схеми з АВР є можливість використання в схемі двох джерел, що в окремих випадках може виявитись істотним.

Відповідно до [3] живильну мережу 6(10)-20 кВ рекомендується виконувати по одній зі схем (рис.2.7).

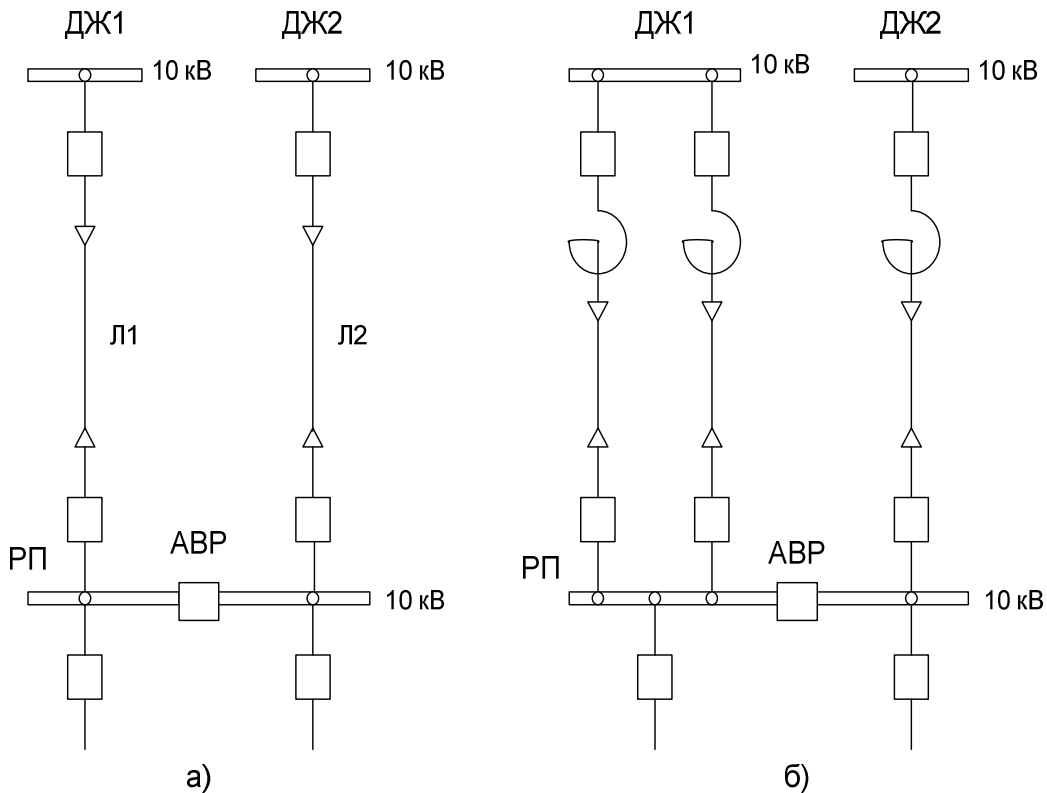


Рис. 2.7. - Схеми живлячих мереж середньої напруги

а – з двома роздільно працюючими лініями; б – з трьома лініями, дві з яких працюють паралельно, а одна роздільно

а) живлення РП по двох лініях з роздільною або паралельною роботою цих ліній (при паралельній роботі лінії повинні підключатися до однієї секції шин ЦЖ);

б) живлення РП по трьох лініях, дві з яких працюють паралельно (приєднані до однієї секції шин ЦЖ).

Побудову живильних мереж слід засновувати на взаємному резервуванні з урахуванням покриття кожною лінією в аварійному режимі всього навантаження РП.

У проекті необхідно зробити вибір й обґрунтування схеми живильних мереж. Привести й описати схему обраної мережі.

2.2.3.2. Вибір схем розподільних мереж середньої напруги

Схема розподільних мереж середньої напруги залежить від категорії надійності підключених споживачів (табл.2.27). Принцип побудови міської розподільної мережі вибирається стосовно до основної маси електроприймачів розглядуваного району. Комплексно для мереж середньої та низької напруги прийнятий спосіб побудови доповнюється необхідними заходами щодо створення необхідної надійності електропостачання окремих приймачів вищої категорії.

Основним принципом виконання розподільних мереж для електроприймачів **першої категорії** є застосування двопроменевої схеми з одно- або двостороннім живленням та АВР на напрузі 0,38 кВ двотрансформаторних ТП за умови підключення взаєморезервируємих ліній 6(10) кВ до різних незалежних джерел живлення та пристрою АВР безпосередньо на вводі 0,38 кВ електроприймачів.

Живлення електроприймачів першої категорії здійснюється від різних ТП, зв'язаних різними розподільними лініями 6(10) кВ, приєднаними до незалежних джерел, при наявності резерву пропускної здатності елементів системи електропостачання (рис.2.7)

Для електропостачання споживачів першої категорії рекомендується також застосування багатопроменевої схеми з АВР на стороні 0,4 кВ, яка представляє собою сполучення ліній 6(10) кВ, двохтрансформаторних ТП, що підключаються до різних ліній 6(10) кВ і розподільних ліній 0,38 кВ, пов'язаних з різними трансформаторами. При цьому розподільні лінії й трансформатори взаємно резервують один одного. Пристрій АВР встановлюється при цьому на шинах 0,4 кВ ТП. В такому випадку ТП можуть виконуватись як за спрощеною схемою із двома осередками на вводі (рис.2.7 б), так і із трьома й більше осередками на вводі (рис.2.7 а).

В окремих випадках, для живлення споживачів особливою категорією можна використовувати третє джерело живлення у якості якого використовується дизельна електростанція або акумуляторні батареї тощо.

Таблиця 2.27

Назва спорудження й електроприймачів	Категорія надійності електропостачання
Житлові будинки й гуртожитки висотою понад 16 поверхів: електроприймачі протипожежних установок (пожежні насоси, системи підпору повітря, димовидалення, пожежної сигналізації, централізованої системи повідомлення про пожежу), сигналізація загазованості, ліфти, аварійне освітлення (освітлення безпеки й евакуаційне), вогні світлового огороження; комплекс інших електроприймачів	I II
Житлові будинки висотою до 16 поверхів включно з електроплитами й електроводонагрівачами для гарячого водопостачання, за винятком одно- восьмиквартирних будинків	II
Житлові одно- восьмиквартирні будинки, у тому числі з електроплитами й електроводонагрівачами для гарячого водопостачання	III
Житлові будинки висотою понад 5 поверхів із плитами на природному, зрідженому газі або твердому паливі	II
Житлові будинки висотою до 5 поверхів включно із плитами на природному, зрідженому газі або твердому паливі	III
Житлові будинки на ділянках садівничих суспільств	III
Будинку гуртожитків висотою до 16 поверхів загальною місткістю: понад 50 чоловік; до 50 чоловік включно	II III
Суспільні будинки висотою понад 16 поверхів: електроприймачі протипожежних установок, сигналізація загазованості, ліфти, аварійне освітлення, вогні світлового огороження; комплекс інших електроприймачів	I II
Будинки установ, організацій, офісів при кількості працюючих понад 2 000 чоловік незалежно від кількості поверхів:	
електроприймачі протипожежних установок, сигналізація	
загазованості, ліфти, аварійне освітлення, охоронна сигналізація;	I
комплекс інших електроприймачів	II
Будинки установ, організацій, офісів висотою до 16 поверхів включно із чисельністю працюючих від 50 до 2 000 чоловік	II
Будинки установ, організацій, офісів із чисельністю працюючих до 50 чоловік незалежно від кількості поверхів (крім будинків установ органів керування обласного, міського й районного значення, які ставляться до II категорії)	III

Назва спорудження й електроприймачів	Категорія надійності електропостачання
Готелі (мотелі)* ¹ , будинки відпочинку, пансіонати й турбази з кількістю місць понад 1 000 або в будинках висотою понад 16 поверхів незалежно від кількості місць: електроприймачі протипожежних установок, сигналізація загазованості, ліфти, аварійне освітлення, охоронна сигналізація; комплекс інших електроприймачів	I II
Готелі (мотелі)** ² , будинки відпочинку, пансіонати й турбази з кількістю місць: від 200 до 1 000; до 200 включно	II III
Лікувально-профілактичні й санаторні установи: електроприймачі протипожежних установок, сигналізація загазованості, лікарняні ліфти, аварійне освітлення, охоронна сигналізація; електроприймачі операційних і родильних блоків, відділень анестезіології, реанімації й інтенсивної терапії, кабінетів лапароскопії, бронхоскопії й ангіографії й інших, від безперебійної роботи яких безпосередньо залежить життя хворих; комплекс інших електроприймачів	I I Незалежно від наявності взаєморезервованих трансформаторів необхідно передбачати ДЕС, АБЖ або акумуляторні батареї II
Медичні установи, аптеки	II
Будинку навчальних закладів з кількістю учнів понад 1000 чоловік: електроприймачі протипожежних установок, сигналізація загазованості, аварійне освітлення, охоронна сигналізація; комплекс інших електроприймачів	I II
Будинку навчальних закладів з кількістю учнів: від 200 до 1 000 чоловік; до 200 чоловік включно	II III
Дитячі дошкільні установи	II
Будинку культурно-видовищних установ, установ дозвілля, культових установ, криті спортивні спорудження:	
електроприймачі протипожежних установок, сигналізація загазованості, аварійне освітлення, охоронна сигналізація; електроприймачі постановочного освітлення, механізмів сцени, технічних апаратних і систем озвучування при сумарній кількості місць у залах понад 800;	I II

Назва спорудження й електроприймачів	Категорія надійності електростачання
електроприймачі постановочного освітлення, механізмів сцени, технічних апаратних і систем озвучування при сумарній кількості місць у залах до 800;	Ш
інші електроприймачі при сумарній кількості місць у залах понад 800 і дитячих видовищних установах незалежно від кількості місць;	I
інші електроприймачі при сумарній кількості місць у залах від 300 до 800;	II
комплекс електроприймачів при сумарній кількості місць до 300	Ш
Будинки установ кредитування, страхування й комерційного призначення. Банки й банківські сховища:	особлива група
електроприймачі протипожежних установок, ліфти, аварійне освітлення;	
пожежна й охоронна сигналізація, сигналізація загазованості;	
технічні засоби автоматизованої системи керування банківського виробництва;	
серверна й приміщення міжбанківських електронних розрахунків, електронної пошти;	см. 2.5
комплекс інших електроприймачів	II
Бібліотеки й архіви з фондом, що перевищує 1 млн. одиниць зберігання:	I
електроприймачі протипожежних установок, сигналізація загазованості, аварійне освітлення, охоронна сигналізація;	II
комплекс інших електроприймачів	
Бібліотеки й архіви:	II
с фондом від 100 тисяч до 1 млн. одиниць зберігання включно;	
с фондом до 100 тисяч одиниць зберігання включно	Ш
Музеї й виставки загальнонаціонального значення	I
Музеї й виставки обласного значення:	I
електроприймачі протипожежних установок, сигналізація загазованості, аварійне освітлення й охоронна сигналізація;	
комплекс інших електроприймачів	II
Музеї й виставки місцевого значення	II
Універсами, торгові центри й магазини з торговельними залами	
загальною площею понад 2 000 м ² :	
електроприймачі протипожежних установок, сигналізація	I
загазованості, аварійне освітлення, охоронна сигналізація;	
комплекс інших електроприймачів	II
Торговельні установи з торговельною площею:	
від 250 до 2 000 м ² включно;	
до 250 м ² включно	Ш

Назва спорудження й електроприймачів	Категорія надійності електропостачання
Установи громадського харчування з кількістю посадкових місць понад 500: електроприймачі протипожежних установок, сигналізація загазованості, аварійне висвітлення, охоронна сигналізація; комплекс інших електроприймачів	I II
Установи громадського харчування з кількістю посадкових місць: від 100 до 500 включно; до 100 включно	II III
Підприємства побутового обслуговування: ательє з кількістю робочих місць понад 50, салони-перукарні з кількістю робочих місць понад 15, хімчистки й пральні потужністю понад 500 кг білизну в змiну, лазні з кількістю місць понад 100; ательє з кількістю робочих місць до 50, салони-перукарні з кількістю робітників місць до 15, хімчистки й пральні потужністю до 500 кг білизни в змiну, лазні з кількістю місць до 100, ремонтні майстерні	II III
Багатофункціональні будинки й комплекси, що включають приміщення різного призначення: електроприймачі протипожежних установок, сигналізація загазованості, ліфти, аварійне освітлення, охоронна сигналізація, вогні світлового огороження;	Відповідно до найбільш високої категорії електроприймачів зазначеного призначення з урахуванням кількості поверхів. Відповідно до категорією, що відповідає конкретному призначенню
комплекс інших електроприймачів	
Суспільні будинки й спорудження, а також адміністративні будинку підприємств, обладнані інформаційними системами, незалежно від їхнього призначення: локальні обчислювальні системи, системи передачі інформації, електронна пошта	См. 2.5
Дахові котельні, котельні, прибудовані до житлових будинків й котельні, убудовані в суспільні будинки й спорудження, (відповідно до Зміни № 1 СНиП П-35): електроприймачі протипожежних установок, сигналізація загазованості, аварійне освітлення, охоронна сигналізація;	- - I

Назва спорудження й електроприймачів	Категорія надійності електропостачання
інші електроприймачі: - у котелень I категорії надійності відпустки тепла споживачам; - у котелень II категорії надійності відпустки тепла споживачам	I II
Теплові пункти (бойлерні): - обслуговуючі житлові будинки висотою понад 16 поверхів; - обслуговуючі житлові будинки висотою до 16 поверхів	I II
Вбудовані сховища цивільної оборони: електроприймачі протипожежних установок, сигналізація загазованості, аварійне освітлення; комплекс інших електроприймачів	I II (див. ДБН В 2.2. 5)
Вбудовані приміщення для стоянки автомобілів: електроприймачі протипожежних установок, контролю повітряної середовища, аварійного освітлення, охоронної сигналізація; електроприводи механізмів відкривання воріт без ручного привода; інші електроприводи	I II III

*' Відповідно до ДСТУ 28681.4 в одно- і двозіркових готелях (мотелях) необхідно передбачати акумуляторні батареї для аварійного освітлення; у тризіркові при відсутності другого незалежного джерела живлення - ДЕС, потужність якої забезпечує робоче висвітлення й роботу основного встаткування (у тому числі ліфтів); чотирьох - і п'ятизіркових незалежно від наявності двох взаєморезервованих трансформаторів - ДЕС, потужність якої достатня для забезпечення роботи всіх електроприймачів не менш чим 24 години.

Примітка 1. Електроприймачі протипожежних установок, охоронної сигналізація й сигналізація загазованості, ліфта для транспортування пожежних підрозділів незалежно від категорії електропостачання будинку повинні живитись згідно 5.15, 5.16, 5.17.

Примітка 2. Вимоги до надійності електропостачання будинків і споруджень загальнонаціональних установ, посольств, представництв міжнародних й іноземних організацій, вокзалів додатково регламентуються відповідними відомчими нормативами

Примітка 3. У поняття "комплекс інших електроприймачів" житлових будинків входять електроприймачі квартир, освітлення загальнобудинкових приміщень, господарські насоси й т.п.

В комплексі інших електроприймачів суспільних будинків і споруджень входить все електроустаткування будинку або спорудження

Багатопроменеві схеми із двохтрансформаторними ТП і АВР на стороні НН забезпечують високий ступінь надійності. Їх рекомендують застосовувати в районах багатоповерхової забудови з високою щільністю навантаження. Застосування таких схем може бути забезпечено застосуванням принципу переплетення й розгалуження магістралей. Вихід з ладу однієї з них резервується двома й більше сусідніми, що дозволяє довести завантаження кабелів у нормальному режимі до 80%, допускаючи з перевантаження в аварійному режимі не більш, ніж на 30%. Ще кращі показники мережі НН і ТП будуть при завантаженні трансформаторів у нормальному режимі на 90%, а в аварійному – на 180%.

Витрати на багатопроменеві схеми при розглянутих умовах незначно (на 8-6%) відрізняються від витрат на петлеві схеми з однострансформаторними ТП. Застосування багатопромених схем може бути рекомендоване в районах 9-поверхової забудови й вище.

Основним принципом побудови розподільних мереж для електроприймачів **другої категорії** є поєднання петлевих ліній 6(10) кВ, що забезпечують двостороннє живлення кожної ТП, і петлевих ліній 0,38 кВ для живлення споживачів. Петлеві лінії при цьому можуть приєднуватися до однієї, або двох ТП. Допускається застосування двопромених схем для живлення споживачів другої категорії, якщо їх застосування приводить до збільшення витрат на спорудження мережі не більш, ніж на 5%.

Петлева схема в поєднанні із двотрансформаторними ТП є найбільше простою і надійною. Введення резервних елементів у ній здійснюється черговим персоналом. Схема зручна в експлуатації і є основною для більшості міст. Резервування споживачів другої категорії при цьому здійснюється на напрузі 0,38 кВ від іншої ТП, розташованої поблизу споживача й підключеної до іншого джерела живлення. Для електропостачання одиночних міських споживачів з підвищеним вимогам до надійності, з метою забезпечення резерву по мережі 6(10) кВ, рекомендується застосування двотрансформаторних ТП із пристроєм АВР на резервному вводі (рис.2.8).

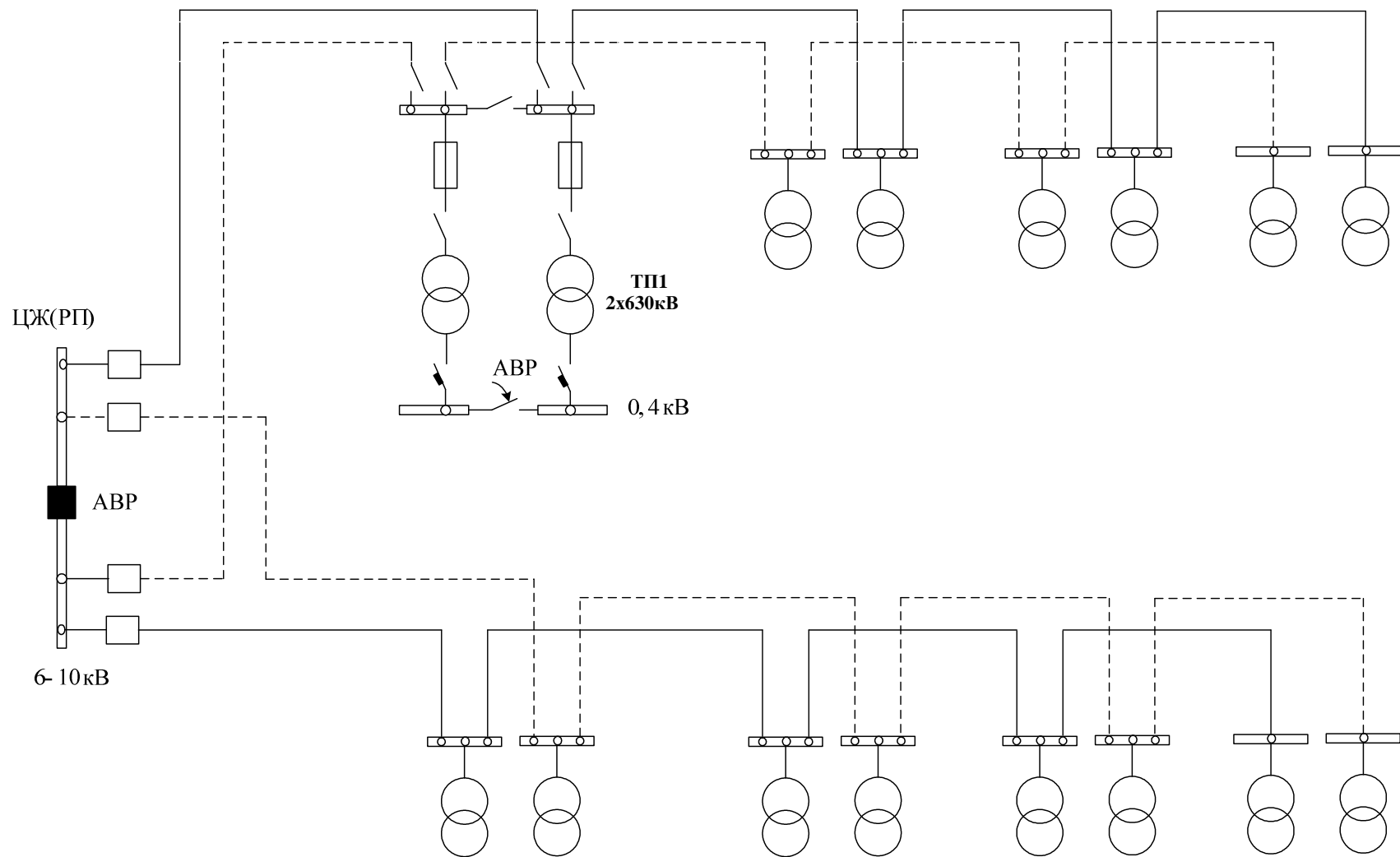


Рис.2.8. - Двопроменева схема розподільної мережі середньої напруги

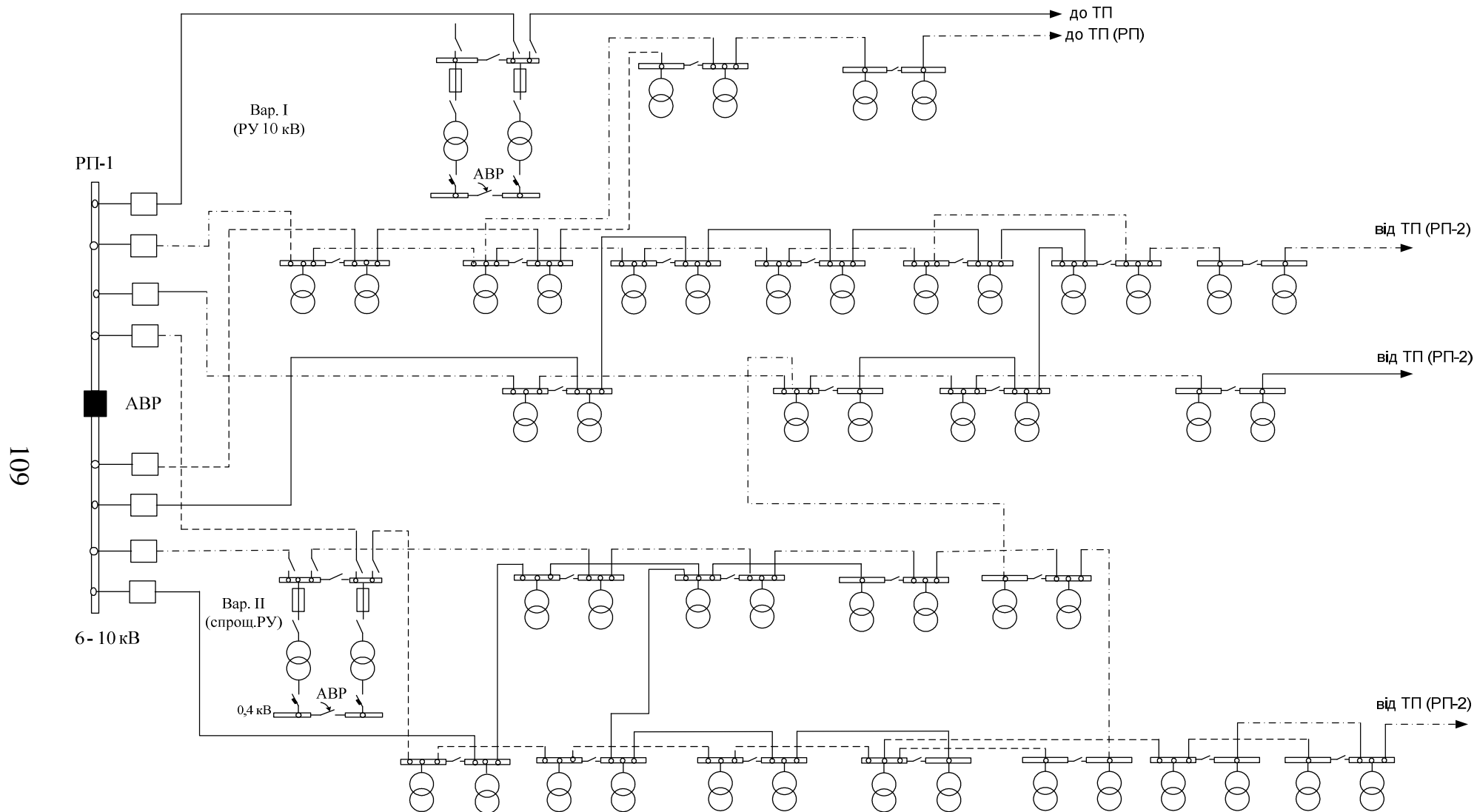


Рис.2.9. - Багатопроненава схема розподільної мережі середньої напруги

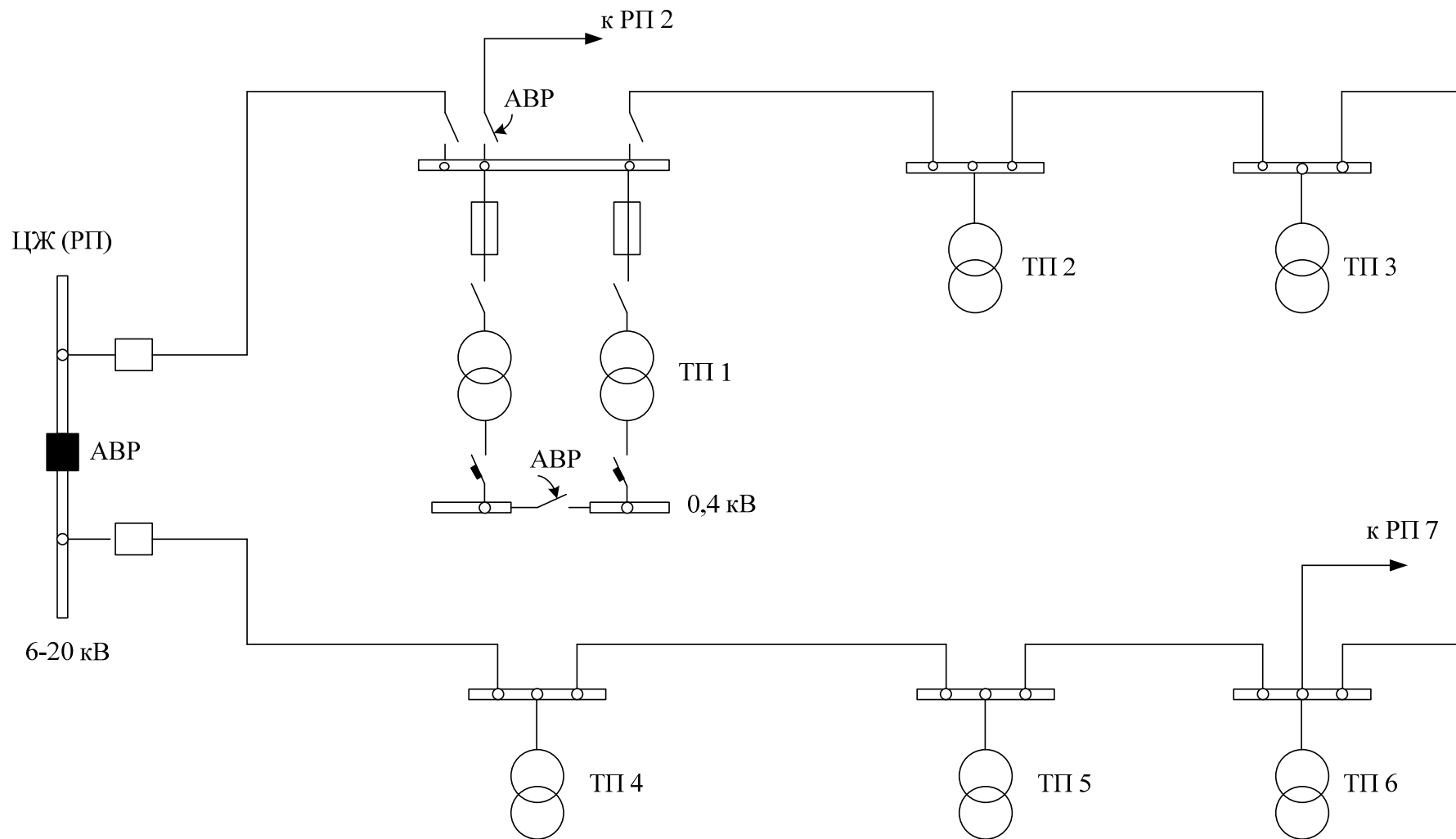


Рис. 2.10. - Петлева схема розподільної мережі середньої напруги

Основним принципом побудови розподільної мережі для електроприймачів **третьої категорії** є сполучення петлевих ліній, що резервують лінії 6(10) кВ, з метою двостороннього живлення кожної ТП і радіальних нерезерованих ліній 0,38 кВ до споживачів.

Застосування радіальних схем розподільних мереж 6(10) кВ рекомендується для живлення тільки споживачів третьої категорії й повинне розглядатися як перший етап електрифікації району з перетворенням у майбутньому в резервовану мережу 0,38 кВ.

Для електропостачання районів з електроприймачами першої й другої категорії рекомендується застосовувати комбіновану петлеву двопроменеву схему із двостороннім живленням.

При виборі системи живлення промислових споживачів можна рекомендувати при навантаженні більш 2000-2500 кВт безпосередньо від ЦЖ. Навантаження величиною до 1500-2000 кВт – окремими лініями від шин РП. Промислові споживачі потужністю 400-800 кВт, порівнянні з потужністю міських ТП, рекомендується включити в загальну розподільну мережу через власні, промислові ТП (ТПП).

У проекті необхідно вибрати й обґрунтувати схему розподільної мережі 6(10) кВ для заданого співвідношення споживачів і навести опис її роботи в різних режимах.

2.2.3.3. Вибір схем розподільних мереж низької напруги

Найбільш простим і економічним рішенням, що забезпечує додаткову надійність й якість електропостачання основної маси електроприймачів споживачів житлового і суспільного комунального сектору в районах п'ятиповерхової забудови (включно) є побудова мережі до 1000 В по петлевій схемі в сполученні із двотрансформаторними ТП (без резервування або із частковим резервуванням трансформаторної потужності від сусідніх ТП). Така схема (рис.2.11) при резервуванні трансформаторної потужності може

застосовуватися і для електропостачання житлових будинків 9-12 поверхів і суспільних будинків за умови дотримання вимог ДСТУ 13.109-97 по якості електричної енергії.

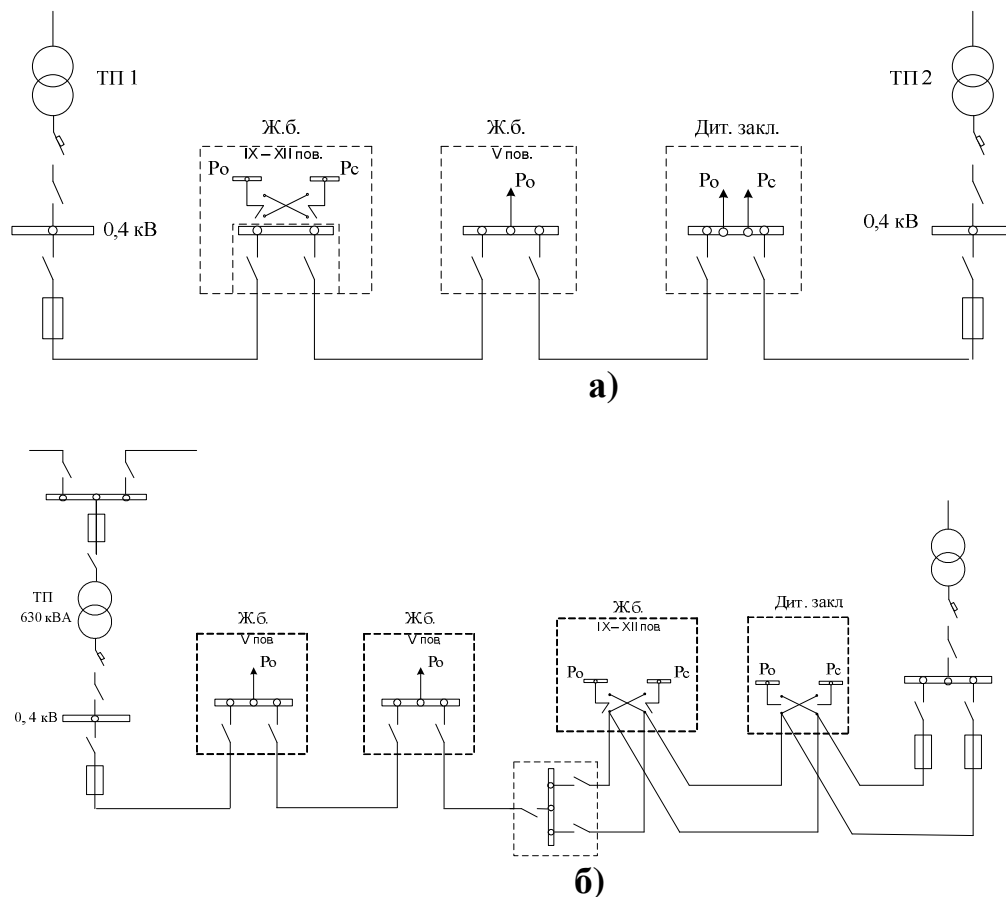


Рис.2.11. Петлева схема розподільної мережі низької напруги
а) проста б) змішана

У тих випадках, коли коливання напруги при пуску електродвигунів ліфтів перевищують припустимі значення, варто передбачати роздільне живлення силового та освітлювального навантаження, тобто застосовувати двопроменеву схему на стороні НН із взаємним резервуванням ліній (рис.2.12).

Двопроменева схема на напругу 0,38 кВ може будуватися як від двотрансформаторних, так і від однострансформаторних ТП. В останньому випадку підключення променів до різних ТП, які у свою чергу підключаються до різних магістралей мережі 6(10) кВ, може забезпечити необхідну надійність живлення відповідальних електроприймачів у житлових і суспільних будинках (рис.2.13).

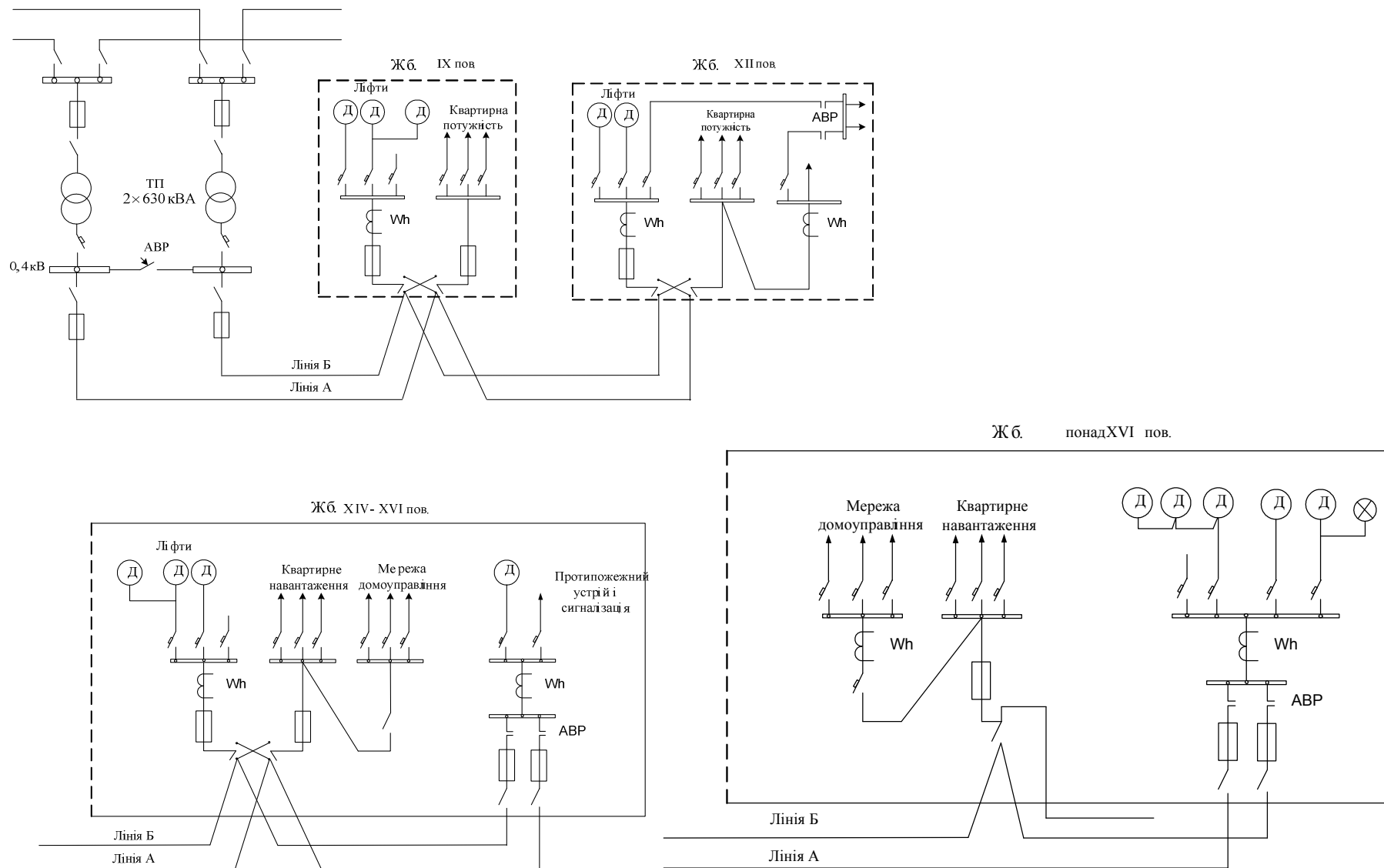
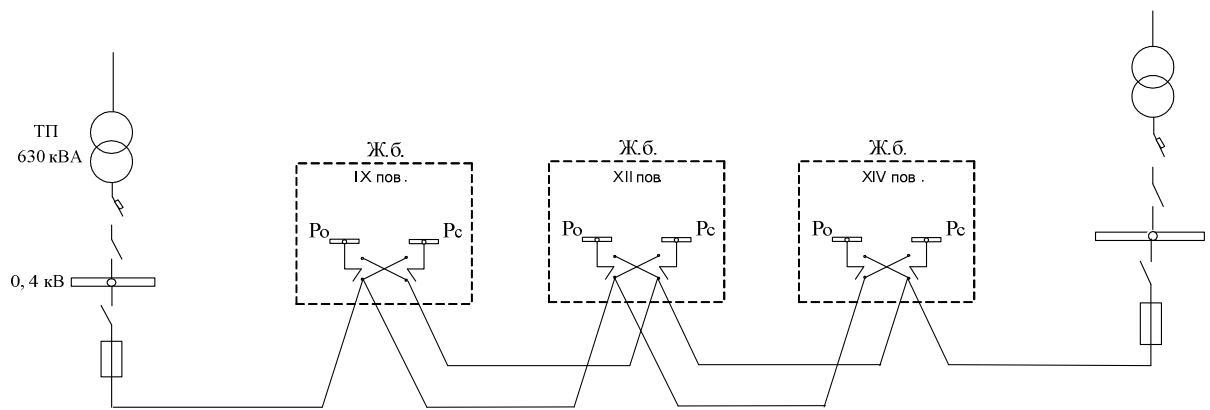
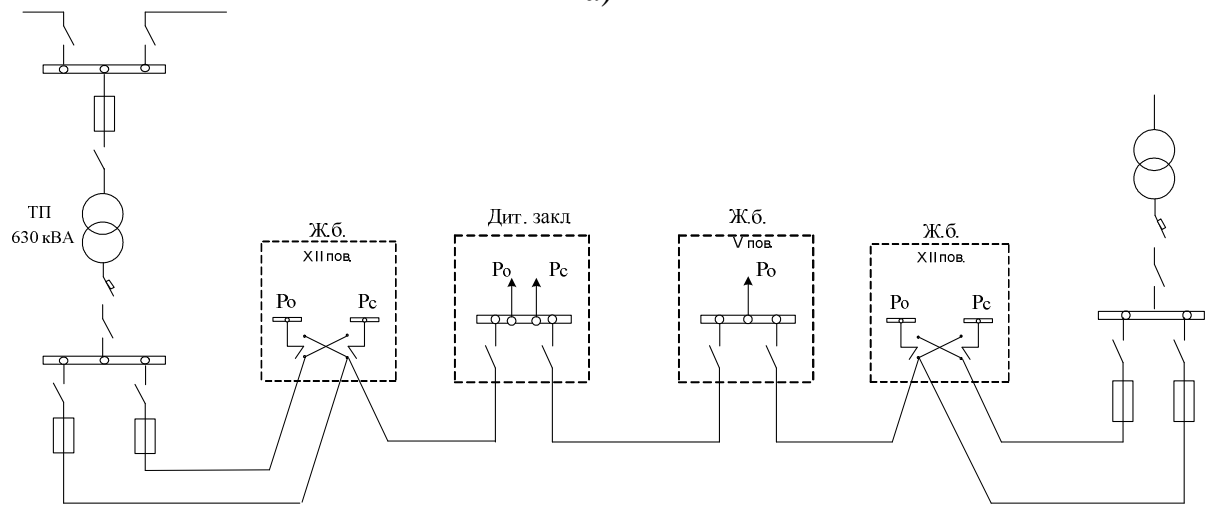


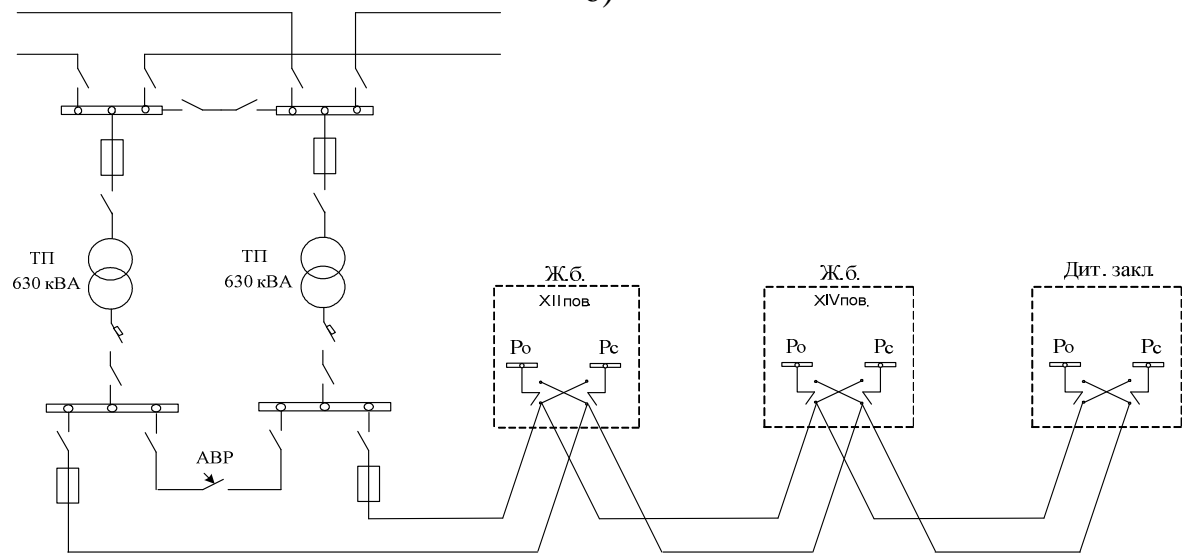
Рис.2.12. Двохпроменева схема розподільної мережі низької напруги зі взаємним резервуванням



а)



б)



в)

Рис.2.13. - Двопроменеві схеми розподільної мережі низької напруги з підключенням променів до різних ТП: а),б) при підключенні до різних однотрансформаторних ТП; в) при підключенні до різних трансформаторів двохтрансформаторної ТП

Схема може бути рекомендована до застосування в районах змішаної забудови (5-9 поверхів із вкраплюванням будинків 12 поверхів і вище).

Застосування замкнутих схем на стороні НН дозволяє поліпшити якість напруги й істотно знизити втрати енергії в мережах НН і трансформаторах ТП. Замкнута схема може застосовуватися в районах забудови до 12 поверхів включно.

При забудові понад 12 поверхів необхідна надійність електропостачання може бути забезпечена застосуванням подвійної замкнутої схеми (ТП на два трансформатори, кожний з яких працює у своїй замкнутій схемі).

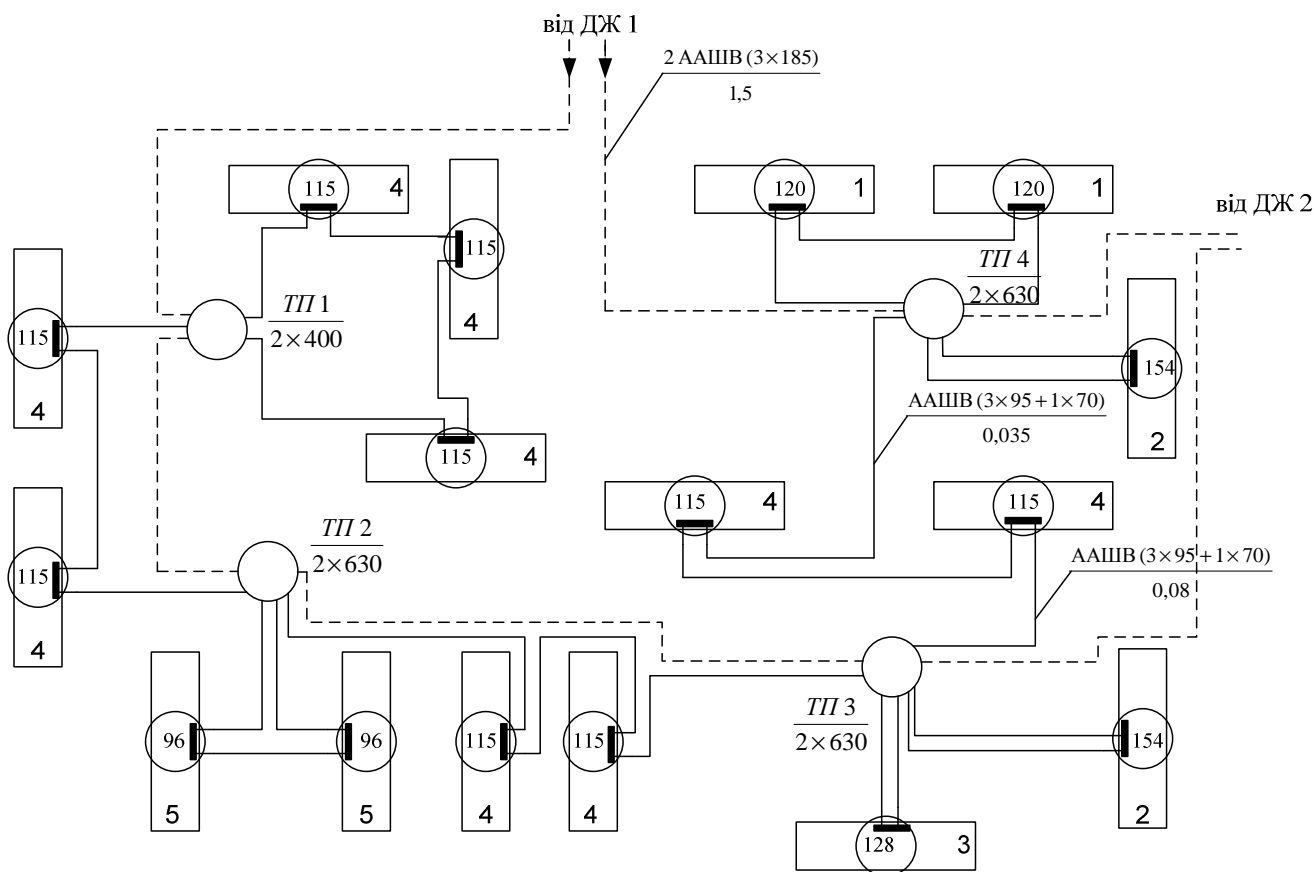
У житлових будинках 17-30 поверхів ліфти, аварійне устаткування, протипожежні пристрої є споживачами першої категорії. Виходячи із цього, для живлення будинків приймається двопроменева схема з АВР на силових вводах. При виході з ладу однієї живильної лінії, силові приймачі автоматично підключаються до лінії, що залишилась в роботі.

Конструктивно розподільні мережі міст виконуються кабельними лініями з алюмінієвими жилами. Кабельні лінії прокладаються в траншеях під тротуарами або під пішохідними дорогами усередині кварталу. Мінімальний перетин кабельних ліній 10 кВ дорівнює 35 мм^2 , а лінії 0,38 кВ – 16 мм^2 . Розподільні лінії 10 кВ проектується зі зміною перетином. При цьому в кожній лінії допускається не більше трьох перетинів. Будинки, які перебувають у безпосередній близькості від ТП, варто жити по окремих лініях. Для будинків висотою до 25 поверхів при числі секцій до восьми рекомендується передбачати один ввід в будинок. Ввід в будинок доцільно робити в найближчу до ТП секцію. На рис.2.14 представлений варіант виконання розподільної мережі житлового мікрорайону.

У проекті необхідно вибрати й привести необхідну схему мережі НН й описати її роботу в різних режимах з погляду можливості забезпечення необхідного ступеня надійності електропостачання споживачів.



№ за планом	Найменування	Кількість поверхів	Кількість квартир	Житл. площа	Кількість секцій
1	Жилий будинок	5	100	5020	5
2	Жилий будинок	12	192	5273	2
3	Школа	2	—	4594	—
4	Жилий будинок	9	144	5268	4
5	Жилий будинок	5	90	3060	6



- (75) — Картограма навантаження зі вказаною потужністю
 ТП 2 — трансформаторна підстанція №2
 2 ААШВ (3x185) — кількість та потужність трансформаторів, кВА
 1,5 — тип та переріз кабелів
 ————— — довжина, км
 ————— — мережа 10 кВ
 ————— — мережа 0,4 кВ
 ————— — сторони світа

Техніко-економічні показники

Площа мікрорайону	4,3 Га
Житлова площа	150565 м ²
Наведена поверховість	8,2
Щільність житлового фонду	3500
Кількість населення	21740 чел.

Рис. 2.14. - План-схема розподільних мереж 10/0,38 кВ житлового мікрорайону

2.2.4. Вибір схем внутрібудинкових мереж

2.2.4.1. Принципи побудови внутрібудинкових мереж

Електричні мережі будинків у необхідних випадках повинні бути розраховані крім живлення власних електроприймачів також на живлення освітлення реклам, вітрин, фасадів, ілюмінацій, зовнішнього освітлення будинків, протипожежних пристроїв, систем диспетчеризації, систем противоожеледиці на основі нагрівальних кабелів, локальних телевізійних мереж, світлових показників пожежних гідрантів, знаків безпеки, вогнів світлового огороження й т.п. у відповідності із завданням на проектування.

На вводі в будинок повинні встановлюватися ввідний устрій (ВУ), вводнорозподільний пристрій (ВРП), головний розподільний щит (ГРЩ). У будинку можуть встановлюватися один або кілька ВУ або ВРП.

При наявності в будинку декількох відділених в адміністративно-господарському відношенні споживачів у кожного з них рекомендується встановлювати самостійні ВУ або ВРП, які можуть живитись від загального ВРП або ГРЩ окремими лініями або бути приєднаними до загальної лінії живлення.

Від ВРУ, ГРЩ допускається також живлення споживачів, розташованих в інших будинках, за умови, що ці споживачі зв'язані функціонально.

У будинках висотою 3 поверхи й більше на вводах ВУ, ВРП, ГРЩ, а також на вводах живлення ліфтів варто передбачати установку конденсаторів типу КЗ ємністю до 0,5 мкФ на кожен фазу, які перешкоджають поміхам.

При відгалуженні від ВЛ із розрахунковим струмом до 25А ВУ або ВРП на вводі в будинок можна не встановлювати, якщо відстань від відгалуження до групового щитка, що у цьому випадку виконує функцію ВУ, не перевищує 3 м. Ця ділянка мережі повинна виконуватися гнучким кабелем з перетином не менше ніж 4 мм² й прокладається в металевій трубі, що не поширює полум'я. При цьому варто забезпечити надійне контактне з'єднання із проводами відгалуження.

Перед вводами в будинки або спорудження не допускається встановлювати додаткові кабельні ящики для розподілу границі експлуатаційної відповідальності між споживачем й електропостачальною організацією. Такий розподіл повинне бути виконане на ВУ, ВРП або ГРЩ.

У трифазній розподільній мережі допускається для різних РП і щитків, які живлять однофазні споживачі мати загальні N-, а також РЕ-провідники (п'ятипроводної мережі), які прокладаються безпосередньо від ВРП.

У ланцюгах РЕ- і PEN-провідників забороняється мати комутуючі й безконтактні елементи, за винятком випадків живлення електроприймачів за допомогою штепсельних розеток. Допускаються з'єднання, які можуть бути розібрані за допомогою інструмента, а також з'єднання, спеціально призначені для цих цілей.

Допускається одночасне відключення всіх провідників на вводі в індивідуальний житловий будинок (котедж, дачний будинок), що живляться однофазними відгалуженнями від ВЛ. При цьому розділ PEN-провідника на РЕ- і N-провідники повинне бути виконане до ввідного захисно-комутаційного апарата.

Схеми електричних мереж житлових будинків слід виконувати виходячи з наступного:

а) живлення квартир і силових електроприймачів (ліфтів, насосів, вентиляторів і т.ін.), як правило, виконується від загальних секцій ВРП. При цьому силові електроприймачі повинні бути підключені до самостійної мережі, починаючи від ВРП. Не допускається живлення від загальних секцій ВРП квартир і силових електроприймачів у випадках, якщо припустимі відхилення й коливання напруги на затискачах ламп у квартирах при включенні силових електроприймачів вище чим регламентовані ДСТУ 13.109-97;

б) кількість горизонтальних ліній живлення квартир повинне бути мінімальним. Навантаження кожної лінії, що відходить від ВРП, не повинна перевищувати 250 А. У будинках висотою 4 поверхи й більше кількість

горизонтальних ліній живлення повинне бути не більше двох. Дозволяється збільшення кількості ліній, якщо навантаження квартир не може бути забезпечена двома лініями.

До однієї лінії живлення дозволяється приєднувати кілька вертикальних ділянок (стояків). У будинках понад 5 поверхів на відгалуженнях до кожного стояка варто встановлювати комутаційний апарат, об'єднаний з апаратом захисту (автоматичним вимикачем);

а) лінії живлення вентиляторів, що видаляють дим й підпору повітря, установлені в одній секції будинку, починаючи від щита або окремої панелі протипожежного встаткування, повинні бути самостійними для кожного вентилятора або шафи, від якого живляться кілька вентиляторів. При цьому живлення відповідних вентиляторів або шаф у різних секціях будинку рекомендується здійснювати по одній лінії незалежно від кількості секцій, підключених до ВРП;

б) живлення освітлення сходових кліток, поверхових коридорів, вестибюлів, холів й інших приміщень будинку поза квартирами, номерних знаків і покажчиків пожежних гідрантів, вогнів світлового огороження й домофонів повинне виконуватися лініями безпосередньо від ВРП. При цьому лінії живлення домофонів і вогнів світлового огороження повинні бути самостійними;

в) живлення електроустаткування торговельних підприємств, підприємств побутового обслуговування, офісів й інших приміщень нежитлого фонду, вбудованих у житлові будинки, як правило, здійснюють від власних ВРП.

У суспільних будинках і спорудженнях, адміністративних і побутових будинках підприємств рекомендується до однієї лінії живлення приєднувати кілька стояків мережі освітлення. При цьому на початку кожного стояка, від якого живляться три й більше групових щитки, варто встановлювати комутаційний апарат, об'єднаний з апаратом захисту (автоматичний вимикач). Якщо стояк живиться окремою лінією, встановлювати комутаційний апарат на початку стояка не потрібно.

У суспільних будинках і спорудженнях, адміністративних і побутових будинках підприємств лінії живлення мережі робочого й аварійного освітлення, освітлення вітрин, реклами й ілюмінації, а також лінії живлення холодильного встаткування підприємств торгівлі й громадського харчування повинні бути самостійними, починаючи від ВРП або ГРЩ.

По однієї внутрибудинкової лінії живлення дозволяється жити не більше чотирьох ліфтів, розміщених у різних, не зв'язаних між собою сходових клітках і холах. При цьому необхідно до ВУ кожного ліфта встановлювати захисний апарат, що відключає.

При наявності в сходовій клітці або в холі двох і більше ліфтів одного призначення; вони повинні житися від двох ліній, приєднаних безпосередньо до ВРП або ГРЩ. В цих випадках кількість ліфтів, приєднаних до однієї лінії, не обмежується.

На ВРП або ГРЩ для можливості відключення інших електроприймачів будинків або споруджень повинні бути передбачені окремі незалежні апарати.

Розподіл електроенергії до силових розподільних щитів і групових щитків електричного освітлення, як правило, виконують за магістральною схемою.

Радіальні схеми, як правило, виконують для приєднання потужних електродвигунів, груп електроприймачів загального технологічного призначення (наприклад, вбудованих харчоблоків, підприємств побутового обслуговування й т.ін.) і споживачів I категорії надійності електропостачання.

Живлення аварійного освітлення повинне бути незалежним від живлення робочого освітлення й виконуватися при двох вводах у будинок або спорудження – від різних вводів, а при одному вводі – самостійними лініями, починаючи від ВРП або ГРЩ.

У суспільних будинках і спорудженнях, адміністративних і побутових будинків підприємств, у приміщеннях непромислового призначення допускається живлення робочого освітлення й незалежно від нього аварійного

освітлення від загальних ліній з електросиловим устаткуванням або від РП. При живленні мережі освітлення від РП, до яких приєднані безпосередньо силові електроприймачі, мережа освітлення повинна підключатися до ввідним затискачам цих РП. При цьому повинні виконуватися вимоги щодо припустимих відхилень і коливань напруги в електричній мережі відповідно до ДСТУ 13.109-97.

Застосування для робочого й аварійного освітлення загальних групових щитків, а також установка апаратів керування робочим й аварійним освітленням, за винятком апаратів допоміжних ланцюгів (наприклад сигнальних ламп, ключів керування), у загальних шафах не допускається.

Дозволяється живлення освітлення безпеки й евакуаційного освітлення від загальних щитків.

При обустройстві комп'ютерних робочих місць необхідно передбачати живлення комп'ютерних штепсельних розеток самостійними лініями, починаючи від РП, групового або квартирної щитка.

Світлові покажчики евакуаційних й (або) запасних виходів повинні бути приєднані до мережі аварійного освітлення.

Світильники евакуаційного освітлення, світлові покажчики евакуаційних й (або) запасних виходів, що мають автономні джерела живлення, незалежно від призначення будинку в нормальному режимі можуть житися від мереж будь-якого освітлення, які не відключаються під час функціонування будинку.

Живлення мереж освітлення й систем механізації банківських сховищ варто здійснювати із предхранилищ. Ввід мережі освітлення й живлення систем механізації в сховищах у період експлуатації повинне передбачатися через відкриті двері гнучкими кабелями, які підключаються в предхранилище до штепсельних роз'єднувачам.

Живлення протипожежних установок й евакуаційного освітлення в житлових будинках, що мають незадимляемі сходові клітки, варто виконувати від самостійного щита або окремої панелі.

При цьому самостійний щит або окрема панель повинні приєднуватися до зовнішніх ліній живлення перед вступними комутаційними апаратами ВРП, ГРЩ із пристроєм АВР на самостійному щиті або панелі.

Панелі щита протипожежних установок повинні мати червоне фарбування.

При наявності в будинках і спорудженнях ліфтів для транспортування пожежних підрозділів їх живлення слід виконувати від зазначених щитів або панелей.

Електроприймачі протипожежних пристроїв, охоронній сигналізації й сигналізації загазованості незалежно від категорії надійності електропостачання будинки повинні живитися від різних вводів, а при одному вводі ці електроприймачі повинні живитися двома лініями від одного вводу. Лінії живлення зазначених електроприймачів необхідно підключати після вступних комутаційних апаратів до розподільних панелей ВРП або ГРЩ із пристроєм АВР. При цьому відключення інших споживачів не повинне бути пов'язане з відключенням електроприймачів протипожежних установок, охоронної сигналізації й сигналізації загазованості.

Розташовані на ВРП (ГРЩ) комутаційні апарати й апарати захисту ліній, що живлять протипожежне встаткування, повинні мати червоне фарбування.

У будинках, які ставляться до III категорії надійності електропостачання й живляться по одній лінії, резервне живлення протипожежної, охоронної й сигналізації загазованості варто виконувати від автономних джерел.

У випадку використання акумуляторної батареї як джерела резервного живлення її ємність повинна забезпечувати роботу систем сигналізації на протязі доби в режимі "чергування" і не менше трьох годин у режимі "тривога".

У видовищних установах для живлення в аварійних режимах освітлення безпеки, евакуаційного освітлення, пожежної сигналізації й сигналізації загазованості рекомендується передбачати акумуляторні батареї. Ємність акумуляторних батарей повинна бути розрахована на безперервну роботу на протязі години.

Установку акумуляторних батарей для зазначених цілей незалежно від кількості джерел живлення потрібно передбачати обов'язково:

- а) у дитячих видовищних установах незалежно від кількості місць;
- б) у видовищних установах (крім кінотеатрів) із сумарною кількістю місць у залах для глядачів понад 800.

При наявності одного джерела живлення необхідно обов'язково встановлювати акумуляторні батареї (при двох джерелах живлення - не обов'язково):

- а) у кінотеатрах із сумарною кількістю місць у залах для глядачів понад 800;
- б) у клубних установах із сумарною кількістю місць у залах для глядачів понад 500;
- в) в інших видовищних установах при сумарній кількості місць у залах для глядачів понад 300.

2.2.4.2. Силові мережі

Силові шафи, щити й щитки розміщують, як правило, на тих же поверхах, де розміщені приєднані до них електроприймачі.

При цьому рекомендується поєднувати електроприймачів у групи з обліком їх технологічного призначення.

Силові мережі не повинні проходити по стінах житлових кімнат.

У силових мережах підприємств громадського живлення й торгівлі варто з'єднувати за магістральною схемою не більше чотирьох електроприймачів одиничною потужністю до 3 кВт або двох – потужністю до 5 кВт.

Не допускається загальне живлення за магістральною схемою електроприймачів холодильного й технологічного оснащення.

При наявності в торговельному залі більше двох касових апаратів їх живлення повинне здійснюватися по двох лініях. При цьому кількість касових апаратів, які живляться по одній лінії, не обмежується.

В учбово-промислових майстернях за магістральною схемою варто з'єднувати до 5 силових електроприймачів верстатного встаткування. Одинична

потужність електроприймачів, які живляться за магістральною схемою, не повинна відрізнятись більш ніж на 25 %. У навчальних закладах варто жити за магістральною схемою не більше трьох лабораторних щитків.

У суспільних будинках і спорудженнях, адміністративних і побутових будинках підприємств живлення штепсельних розеток для підключення збиральних механізмів й електрорушників дозволяється виконувати від мережі електроосвітлення.

У проектах електроустаткування підприємств торгівлі й громадського харчування варто передбачати звукову сигналізацію відповідно до технологічного завдання. У навчальних закладах слід передбачити звукову сигналізацію, що попереджає про початок і закінчення занять.

2.2.4.3. Групові мережі освітлення

Групові мережі освітлення можуть бути одно-, двох- і трифазними залежно від їх довжини й кількості приєднаних світильників.

Об'єднання N-провідників ліній робочого освітлення й освітлення безпеки або евакуаційного освітлення не допускається, за винятком випадків застосування трифазних чотирьохпровідних шинопроводів, у яких різні фази дозволяється використати для живлення робочого й аварійного освітлення за умови підведення до шинопроводу самостійних ліній живлення робочого освітлення й освітлення безпеки або евакуаційного освітлення.

Кожна групова мережа повинна містити на фазу не більше 20 ламп накаливання й ламп ГЛВД. У це число включаються також штепсельні розетки.

На однофазні групи освітлення сходових кліток, поверхових коридорів, холів, вестибюлів, технічних поверхів, підвалів і горищ допускається приєднувати до 60 ламп накаливання потужністю до 60 Вт кожна.

Для групових мереж, що живлять світлові карнизи, світлові стелі й т.ін. з лампами розжарення, а також світильники з люмінесцентними лампами потужністю до 80 Вт включно, рекомендується приєднувати до 60 ламп на

фазу; для мереж, що живлять світильники з люмінесцентними лампами потужністю до 40 Вт включно, і до 75 ламп на фазу; для мереж, що живлять світильники з люмінесцентними лампами потужністю до 20 Вт включно, - до 100 ламп на фазу.

Для групових мереж, що живлять багатолампові люстри, число ламп будь-якого типу не обмежується.

Розподіл навантажень між фазами мережі освітлення суспільних будинків і споруджень, адміністративних і побутових будинків підприємств повинне бути рівномірним. Різниця в струмах найбільше й найменш навантажених фаз не повинна перевищувати 30 % у межах одного щитка й 15 % - на початку ліній живлення.

2.2.4.4. Конструктивне виконання внутрибудинкових електричних мереж

На всіх об'єктах цивільного призначення слід застосовувати кабелі й проведення з мідними жилами. Мережі живлення й розподільні мережі, якщо їхній розрахунковий перетин рівняється 16 мм^2 і більше, як правило, виконуються кабелями й проводами з алюмінієвими жилами.

Живлення окремих електроприймачів, крім електроприймачів квартир, що ставляться до інженерного встаткування (насоси, вентилятори, калорифери, кондиціонери й т.ін.), може виконуватися кабелями або проводами з алюмінієвими жилами перетином не менше ніж $2,5 \text{ мм}^2$, за винятком установлених на виброосновах.

Спосіб монтажу електропроводки залежно від типу кабелів і проводів повинен вибиратися відповідно до табл. 2.28 за умови, що зовнішній вплив на кабелі й проводи відповідає вимогам діючих стандартів на ці кабелі й проводи.

Таблиця 2.28

Провід, кабелі		Спосіб монтажу							
		без кріплення	з непосред- ственным	у трубах	у коробах	у специаль- них коробах	на лотках і кронштейнах	на ізоляторах	на тросі, струні
Неізольовані проводи		-	-	-	-	-	-	+	-
Ізольовані проводи		-	-	+	+	+	-	+	-
Ізольований провід в захисній оболонці й кабелі (у т.ч. броньовані й з мінеральною ізоляцією)	Багато- жильні	+	+	+	+	+	+	0	+
	Одно- жильні	0	+	+	+	+	+	0	+

В електроустановках культурно-видовищних, культових й установах дозвілля, фізкультурно-оздоровчих і спортивних споруджень кабелі, проводи й пристрій мереж повинні відповідати також вимогам розд. 3 ДНАОП 0.00-1.32.

У всіх будинках і спорудженнях лінії групової мережі, які прокладаються від групових, поверхових і квартирних щитків до світильників загального освітлення, штепсельним розеткам й однофазним стаціонарним електроприймачами, повинні виконуватися трьохпроводними (L-, N- і Ре-провідники). N- і Ре-провідники повинні мати відповідне кольорове або інше маркування.

Не допускається поєднувати N-провідники, а також Ре-провідники різних ліній групової мережі, на відміну від розподільних мереж. N- і Ре-провідники не допускається підключати на щитках під загальний контактний затискач.

Кабельні вводи в будинок варто виконувати в трубах глибиною не менше ніж 0,5 м і не більше чим 2 м від поверхні землі. При цьому в одну трубу варто затягувати один силовий кабель.

Прокладку труб треба виконувати з нахилом убік вулиці. Труби для вводів кабелів рекомендується закладати безпосередньо до приміщення, де розташовані ВУ, ВРП, ГРЩ. Кінці труб, а також самі труби при прокладці через стіну повинні бути ретельно ущільнені для виключення можливості проникнення в приміщення вологи й газу.

У підвалах і технічних підвалах будинків при відсутності доступу

сторонніх осіб (крім експлуатуючого персоналу) допускається прокладка силових кабелів напругою до 1 кВ, що живить інші секції будинку. Ці кабелі не розглядаються як транзитні. Кабелі повинні розміщатися в доступних місцях відкрито на кабельних конструкціях, на лотках, у каналах будівельних конструкцій або в неметалічних трубах. У підвалах кабелі повинні прокладатися в коридорах, виділених для прокладки комунікацій. Лотки із цими кабелями повинні розташовуватися нижче лотків, на яких прокладені проведення й кабелі своєї секції.

Прокладка транзитних кабелів через підвали й технічні підвали будинків забороняється.

Електричні мережі, які прокладаються за непрохідними підвісними стелями й у перегородках, розглядаються як сховані електропроводки і їх варто виконувати:

а) за стелями й у порожнечах перегородок з горючих будівельних матеріалів відповідно до ДСТУ Б В.2.7-19 – у металевих трубах і закритих металевих коробах;

б) за стелями й перегородками з негорючих будівельних матеріалів відповідно до ДСТУ Б В.2.7-19 – у трубах, коробах і гнучких рукавах, виготовлених з негорючих або трудногорючих матеріалів, а також кабелями, що не поширюють полум'я. Повинна бути забезпечена можливість заміни проводів і кабелів, а також доступ до місць відгалуження, до світильників й електровстаткування.

Примітка. Під підвісною стелею з негорючих матеріалів розуміють таку стелю, що виконана з негорючих матеріалів, при цьому інші будівельні конструкції, розташовані над підвісною стелею, включаючи міжповерхове перекриття, також виконані з негорючих матеріалів.

У житлових будинках стояки ліній живлення квартир, групові лінії освітлення сходових кліток повинні прокладатися приховано в каналах будівельних конструкцій (електроблоках). У цих же конструкціях

рекомендується розміщати сполучені поверхові електрошафи (щитки) і ящики для з'єднання й розгалуження провідників. Дозволяється для прокладання стояків застосовувати комплектні струмопроводи й труби.

Поверховий щиток повинен установлюватися на відстані не більш ніж 3 м по довжині електропроводки від стояка живлення з урахуванням вимог розд. 3.1 ППЕ.

Прокладка вертикальних ділянок розподільної мережі усередині квартир не допускається.

У технічних поверхах, підвалах, неопалюваних підвалах, горищах, вентиляційних камерах, вологих й особливо вологих приміщеннях електропроводку рекомендується виконувати відкрито.

У сходових клітках дозволяється розміщати тільки мережі освітлення цих кліток і коридорів. Відкрита прокладка кабелів по сходових клітках не допускається, за винятком кабелів мережі їх освітлення. Ці кабелі не повинні поширювати полум'я й до висоти 2 м від підлоги мати захист від механічних ушкоджень.

У приміщеннях для готування й прийому їжі, за винятком кухонь квартир, допускається відкрита прокладка кабелів. Відкрита прокладка проводів у цих приміщеннях не допускається.

У кухнях квартир можна застосовувати ті ж види електропроводок, що й у житлових кімнатах і коридорах.

У саунах, ванних кімнатах, санвузлах, душових приміщеннях, басейнах застосовується схована електропроводка. При цьому не допускається прокладка проводів у металевих трубах і металевих рукавах. Дозволяється відкрита прокладка кабелів. Електропроводка повинна мати ізоляцію, що задовольняє вимогам ДСТУ 30331.3, без якої або металевої оболонки. Така електропроводка може складатися, наприклад, з одножильних кабелів в ізолюючій оболонці або багатожильних кабелях з ізолюючою оболонкою.

У ванному й душовому приміщеннях у зонах 0,1 й 2 повинні перебувати

тільки ті електропроводки, які необхідні для подачі живлення в ці зони.

У зазначених зонах не дозволяється встановлювати сполучні коробки.

У саунах для зон 3 й 4 повинна використатися електропроводка із припустимою температурою ізоляції не нижче чим 170 °С.

В вентиляційних каналах і шахтах прокладка кабелів і проводів не допускається. Це вимога не поширюється на порожнечі за непрохідними й підвісними стелями які використовуються як вентиляційні канали.

Дозволяється перетинати канали й шахти одиночними лініями, виконаними проводами й кабелями, схованими в металеві труби.

Допускається в загальній трубі, загальному коробі або каналі будівельних конструкцій, виконаних з негорючих матеріалів, спільна прокладка в межах зазначених груп:

а) ліній живлення й керування електроприймачів протипожежних установок;

б) ліній живлення вентиляторів, що видаляють дим й підпору повітря;

в) всіх ланцюгів одного агрегату;

г) силових і контрольних ланцюгів декількох машин, панелей, щитів, пультів, що забезпечують єдиний технологічний процес;

д) ланцюгів, що живлять складний світильник;

е) освітлювальних мереж напругою до 50 В з ланцюгами напругою до 380 В за умови укладання проводів ланцюгів до 50 В в окрему ізоляційну трубу;

ж) ланцюгів декількох груп одного виду освітлення із загальною кількістю проводів не більше чим 12 (без обліку контрольних ланцюгів);

з) ліній живлення квартир і групових ліній робочого освітлення сходових кліток, поверхових коридорів, вестибюлів й інших внутрібудинкових приміщень.

Не допускається спільна прокладка в одній трубі, каналі, а також коробі або лотку без розділових перегородок взаєморезервуючих ліній живильної

мережі або розподільної мережі. Зазначені лінії можуть бути прокладені по загальній трасі (в одній шахті, сходовій клітці, технічному підвалі й т.ін.). При цьому відстань між трубами й каналами не нормується.

Взаєморезервуючі кабельні лінії електроживлення пристроїв пожежної сигналізації слід прокладати по різних трасах, що виключає можливість їх одночасного ушкодження при загорянні. Прокладку таких ліній слід виконувати в різних кабельних спорудженнях.

Спільна прокладка кабелів і проводів ліній групової мережі робочого освітлення з лініями групової мережі аварійного освітлення не рекомендується. Допускається їх спільна прокладка на одному монтажному профілі, в одному коробі або лотку за умови, що вжито спеціальні заходи, що виключають можливість ушкодження кабелів і проводів аварійного освітлення при несправності кабелів і проводів робочого освітлення. Зазначені лінії можуть спільно прокладатися в корпусах і штангах багатолампових світильників. Забороняється прокладка від поверхового щитка в одній трубі, загальному коробі або каналі й інших конструкціях групових мереж, які живлять різні квартири.

N-провідники повинні прокладатися разом з фазними провідниками в одній трубі при застосуванні металевих труб, а в кабелях і багатожилевих проводах перебувати в загальній оболонці з фазними провідниками.

Електричні мережі у вибухо- та пожежебезпечних зонах повинні виконуватися відповідно до вимог розділів 4 й 5 ДНАОП 0.00-1.32.

В місцях проходу кабелів і проводів крізь стіни, перегородки, міжповерхові перекриття необхідно забезпечити можливість заміни проводки. Для цього прохід повинен виконуватися в трубі, або коробі або в будівельних конструкціях повинні передбачатися отвори. Порожнечі в місцях проходу, а також між кабелями, проводами й трубою або коробом слід закласти масою, що легко виймається й забезпечує ту ж вогнестійкість, що й елементи конструкції будинку.

Монтаж електропроводки не повинен зменшувати експлуатаційні якості будівельних конструкцій і пожежну безпеку. Ніяка електропроводка не може проходити крізь несучі елементи конструкцій будинку, якщо цілісність цих несучих елементів конструкції будинку не може бути забезпечена після монтажу електропроводки.

Незахищені ізолювані проведення зовнішньої електропроводки повинні бути розташовані й обгороджені таким чином, щоб вони були недоступні з місць, де можливо часте перебування людей, наприклад, з балконів або з ганку. Відкрита прокладка незахищених ізолюваних проводів на роликах й ізоляторах повинна виконуватися на висоті не менше ніж 2 м. Висота відкритої прокладки захищених ізолюваних проводів і кабелів, які прокладаються в трубах і коробах, плінтусах з каналами для електропроводок, а також спусків до вимикачів, розеткам, пусковим апаратурам, щиткам і світильникам, які встановлюються на стінах, не нормується. Виводи електропроводки з підготовки підлоги до технологічного встаткування, установленому на відстані від стіни приміщення, рекомендується виконувати в металевих тонкостінних трубах.

2.2.4.5. Електроустаткування

Все електроустаткування, що застосовується в електроустановках, повинне задовольняти відповідні вимоги стандартів, у т.ч. стандартів щодо вимог безпеки.

Електроустаткування необхідно вибирати з урахуванням:

- а) максимальної напруги в робочому режимі (середньоквадратичне значення для змінного струму), а також можливих перенапруг;
- б) максимального струму в робочому режимі (середньоквадратичне значення для змінного струму), а також можливого струму для аварійних умов і тривалості його протікання у функції часу спрацьовування захисних пристроїв при наявності таких;
- в) частоти, якщо вона впливає на характеристики встаткування;
- е) потужності, з урахуванням коефіцієнта навантаження й нормальних умов експлуатації;

д) умов монтажу (механічні навантаження, умови навколишнього середовища).

Електроустаткування не повинне шкідливо впливати на інше встаткування й мережу живлення в нормальних умовах, включаючи комутацію.

При цьому необхідно враховувати:

- а) коефіцієнт потужності ($\cos \varphi$);
- б) пусковий струм;

2.2.4.6. Схеми розподілу електроенергії в житлових будинках

2.2.4.6.1. Схеми внутрибудинкових живильних ліній

Вибори кількості живильних ліній, що відходять від ВРП, і числа стояків, що приєднуються до однієї живильної лінії, у багатоповерхових будинках є різноманітною задачею. При її рішенні варто враховувати такі фактори, як відстань до ТП, електричні навантаження, кількість і перетин ліній, обмеження по припустимому нагріванню і відхиленням напруги, конструктивне виконання мереж і т.ін. оптимальним є варіант, при якому виходять найменші розрахункові витрати.

Дослідження, проведені ХНАМГ по спеціально розробленій методиці з урахуванням щорічного росту навантажень, і розрахунки, виконані на комп'ютері, дозволили визначити оптимальні варіанти побудови схем електричних мереж для житлових будинків різної поверховості. Оптимальна кількість ВРП і число ліній, що відходять, для живлення квартир (горизонтальні ділянки) приведені в табл. 2.29.

При числі квартир на поверсі в секції будинку не більш чотирьох у будинках до 16 поверхів включно економічно доцільно прокладати один стояк. Число стояків, що підключаються до однієї живильної лінії, ППЕ не обмежується. Однак для зручності виконання ремонтних робіт у будинках висотою більш 5 поверхів при двох і більш стояках, приєднаних до однієї

живильної лінії, стояки повинні мати апарати, що відключають. При підключенні до одного стояка більш 70-80 квартир, незважаючи на економічність одного стояка, з умов підвищення надійності рекомендується прокладати два стояки з підключенням квартир через поверх, або по дві квартири на стояк на кожному поверсі, або більше половини (приблизно 60-70%) квартир, починаючи з 1-го поверху, до одного стояка і частину, що залишилася, до другого.

Схеми стояків, що рекомендуються по економічним розумінням приведені в табл.2.29 і на рис.2.15.

Крім живильних ліній квартир, про які говорилося вище, до всерединобудинкових живильних ліній відносяться лінії, що живлять електродвигуни та інше електрообладнання ліфтів, різних насосів, вентиляторів і інших електроприймачів системи димозахисту.

3.4.3.6.2. Живильні лінії ліфтів повинні прокладатися безпосередньо від ВРП, причому до однієї лінії можна підключати не більш чотирьох ліфтів, встановлених у різних секціях. При наявності в кожній секції двох ліфтів їх приєднують до різних живильних ліній, але при цьому число ліфтів, що приєднуються до кожної живильної лінії, не обмежується.

3.4.3.6.3. Робоче евакуаційне й аварійне освітлення сходових кліток і коридорів, як правило, автоматизується, і керування здійснюється з ВРП або об'єднаного диспетчерського пункту (ОДП). Тому групові лінії цих видів освітлення краще приєднувати безпосередньо до ВРП, де зосереджена вся апаратура захисту і керування. До ВРП також приєднуються групові лінії штепсельних розеток для підключення прибиральних (збиральних) механізмів.

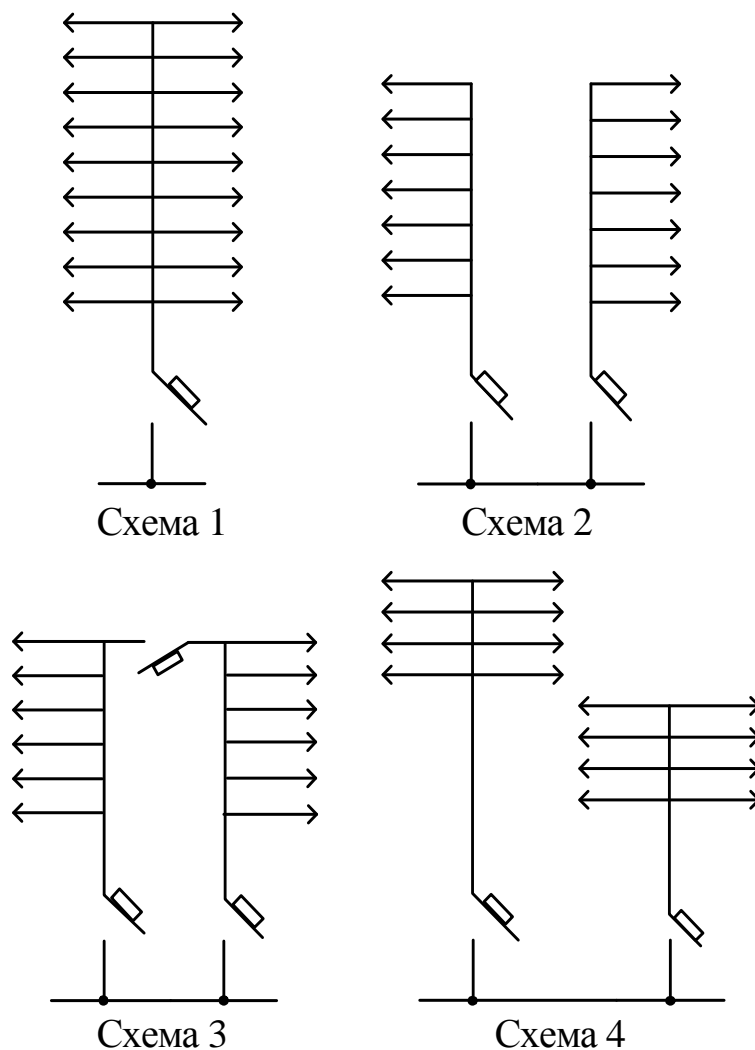


Рис. 2.15. - Схеми стояків

Таблиця 2.29. - Схеми вертикальних ділянок (стояків) у секціях житлових будинків

Кількість поверхів	Номера схем стояків при кількості секцій у будинку		
	1	2-4	5-10
Газифіковані будинки			
5-9	1	1	1
Будинки з електроплитами			
5-8	1	1	1
9-12	2 (3)	1 (4)	1 (4)
13-16	2 (3)	1 (4)	1 (4)
17-22	2 (3)	1 (4)	1 (2)
22-25	3	1 (2)	1 (2)

Примітка: 1. Номера схем стояків, зазначені в дужках, відповідають варіантам мережі, практично рівноеконічним по приведених витратах, але з трохи великою витратою провідникового матеріалу (на 3-5%) . Однак у будинках висотою 16 поверхів і більш схемам, зазначеним у дужках, варто віддавати перевагу через їх більшу надійність. 2. Кількість квартир у кожній секції і на кожному поверсі прийнято наступне: одnoseкційні будинки – 5-8, двох-, десятисекційні будинки - 3-4

Вбудовані в житлові будинки підприємства й установи одержують живлення або від ТП, або через ВРП будинку. Проектування електрообладнання цих підприємств і установ здійснюється, як і для окремих будинків аналогічного призначення.

2.2.4.6.4. Схеми групової квартирної мережі. Групова квартирна мережа є завершальною ланкою електричної мережі житлового будинку. Вона призначена для живлення освітлювальних і побутових електроприймачів. Призначення групових ліній і їх пропускна здатність визначаються по таблиці, що складена з урахуванням електричних навантажень, наявності стаціонарних і переносних електроприймачів і зручності експлуатації.

По розуміннях безпеки групові лінії доцільно виконувати однофазними. У перспективі при значному рості навантажень можливий пристрій трифазних чотирьохпровідних вводів у квартири, але при цьому необхідні додаткові заходи по забезпеченню електробезпечності, такі, як більш надійна ізоляція провідників і приладів, а також пристрій автоматичного захисного відключення. Однак і при трифазних вводах доцільно групові лінії загального висвітлення і штепсельної мережі усередині квартир виконувати однофазними, а для живлення електричних плит, електроводонагрівачів і т.ін. – трифазними. Як правило, рекомендується виділяти загальне висвітлення на окрему групову лінію.

З метою економії проводів норми допускають змішане живлення загального освітлення і штепсельних розеток. Однак така схема менш надійна і її застосовувати недоцільно. У квартирах з числом кімнат більш трьох допускається пристрій додаткової групової лінії для живлення штепсельних розеток на струм до 16 А.

Число штепсельних розеток, встановлюваних у квартирах, регламентовано нормами і складає:

- у житлових кімнатах квартир і гуртожитків – одна розетка на кожні повні і неповні 6 м^2 площі кімнати;
- у коридорах квартир – одна розетка на кожні повні і неповні 10 м^2 площі.

У загальній кімнаті квартир, обладнаних кондиціонерами – додаткова розетка на струм 10 А для підключення кондиціонера;

- у кухнях квартир площею до 8 м² – три штепсельні розетки на струм 6 А, а 8 м² і більш – чотири для підключення побутового приладу;

- одна штепсельна розетка з контактом, що заземлює, на струм 25 А для підключення побутового приладу потужністю до 4 кВт (у будинках з електроплитами потужністю до 5,8 кВт ця же розетка використовується для підключення електроплити);

- одна штепсельна розетка з контактом, що заземлює, на струм 40 А для підключення електроплити потужністю від 5,9 до 8 кВт. Варто мати на увазі, що розетки 25 і 40 А не призначені для відключення електроплит під навантаженням.

Збільшення числа штепсельних розеток у порівнянні з раніш діючими нормами має на меті по можливості уникнути застосування мешканцями різних подовжувачів і розв'язувачів, що створюють підвищену небезпеку поразки електричним струмом. У ванних кімнатах може встановлюватися штепсельна розетка, що підключається через поділяючий трансформатор 20 ВА.

На рис.2.16 приведена схема групової мережі квартири з електроплитою. Як видно з рисунка, для занулення корпусу стаціонарної електроплити і побутових приладів, що вимагають занулення, від поверхового щитка прокладається окремий провідник. Перетин його приймається рівним перетинові фазного провідника. Ні в нульовому захисному, ні в нульових робочих проводах апарати захисту не встановлюються. Для безпечної зміни лічильника перед ним встановлюється двополюсний вимикач.

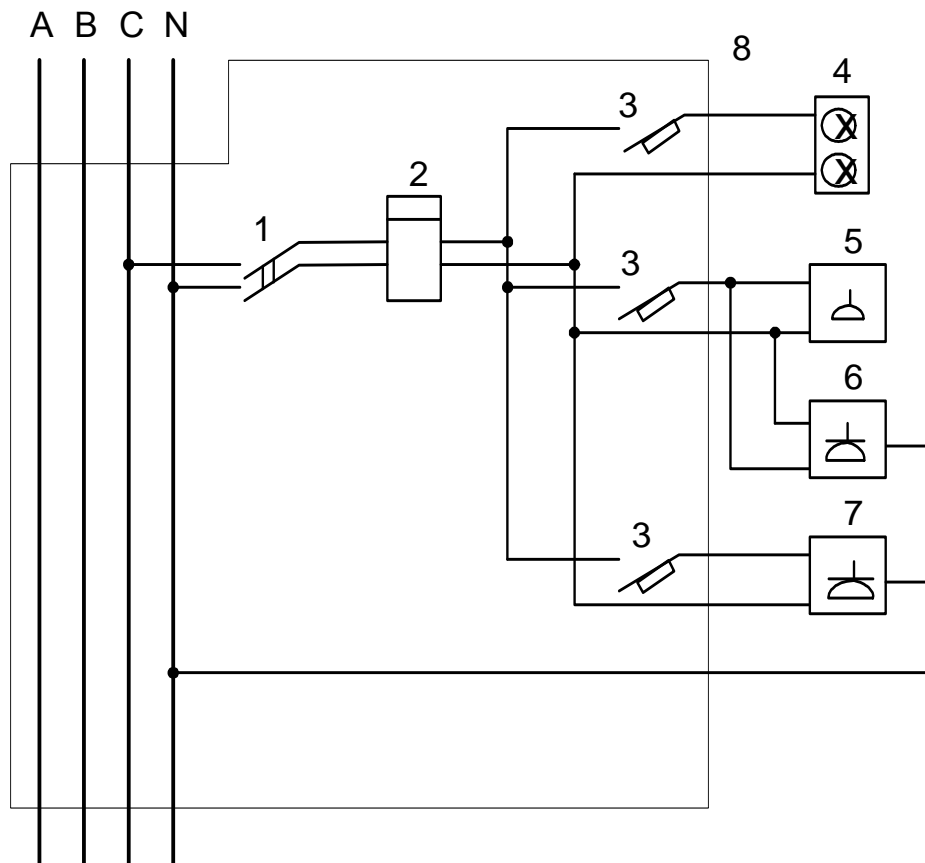


Рис. 2.16. - Схема групової квартирної мережі:

1- вимикач; 2- лічильник; 3 – автоматичні вимикачі; 4 – загальне освітлення; 5- розетка 6 А; 6 – розетка 10 А; 7 – електроплита; 8 – поверховий щиток

2.2.4.6.5. Типові комплексні схеми розподілу електроенергії в житлових будинках. У попередніх розділах були розглянуті окремі елементи схем електропостачання й електрообладнання. Розглянемо одну з типових комплексних схем розподілу електроенергії в житловому 16-поверховому будинку (рис.2.17).

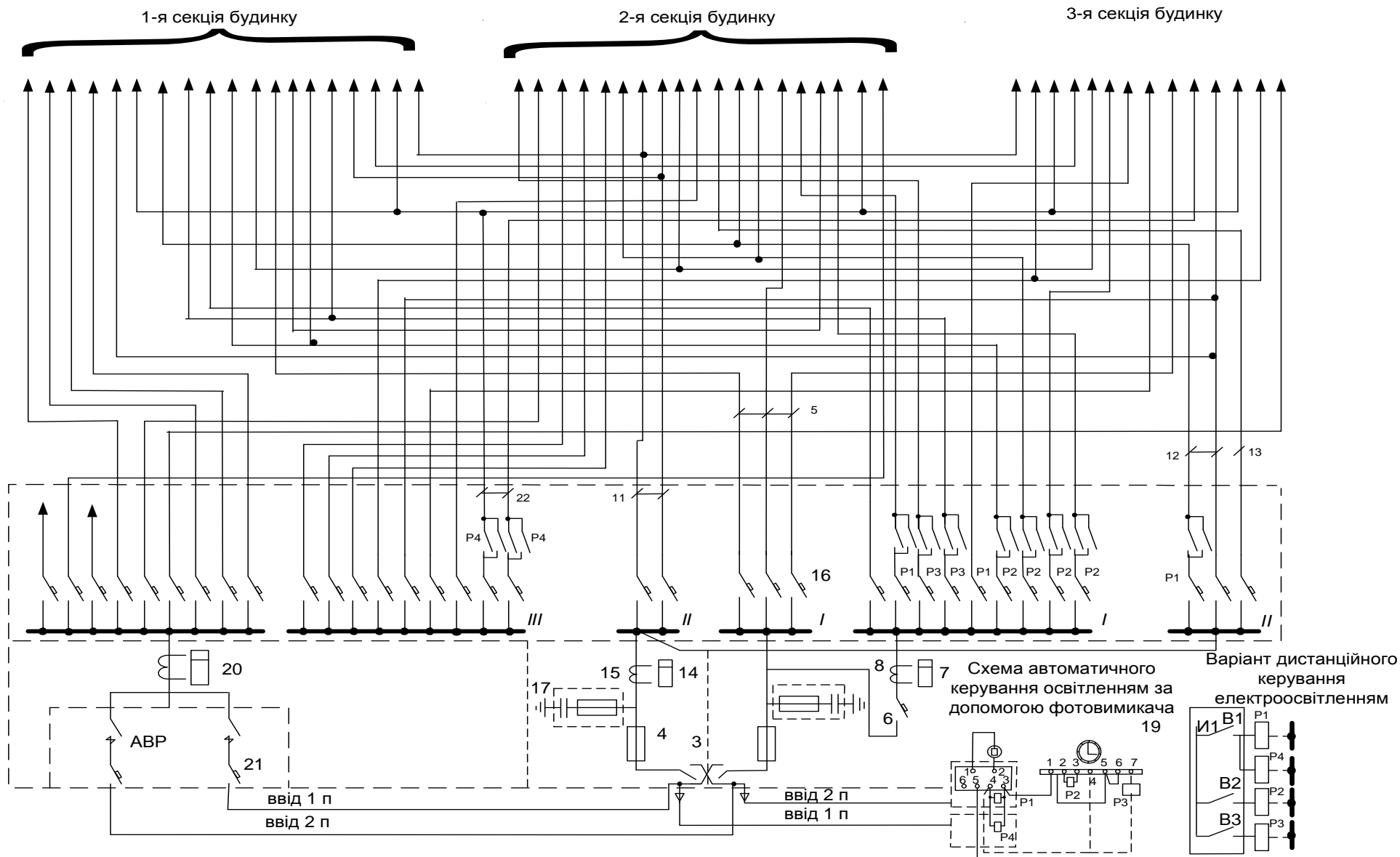


Рис. 2.17 Схема электрообладнання 16-поверхового житлового будинку

Будинок має два кабельних взаєморезервуємих вводах 1 і 2 з перемикачами 3 і запобіжниками 4. До кожного з вводів (1 і 2) підключені відповідні секції шин ВРП (I і II). Від секції I відходять живильні лінії квартир 5, а також через окремий автоматичний вимикач 6 і лічильник 7, що включається через трансформатори струму 8, живиться зборка ВРП загально-будинкових приміщень. Від останньої відходять групові лінії робочого освітлення холів, сходів і коридорів, освітлення технічного підпілля, горища, машинних приміщень і шахт ліфтів і живильна лінія до щита ілюмінації 10.

Від секції II ВРП відходять живильні лінії ліфтів 11, групові лінії евакуаційного й аварійного освітлення 12, штепсельних розеток для підключення збиральних машин 13. Споживання електричної енергії електроприймачами секції II ВРП враховується трифазним лічильником 14, що підключений через трансформатори струму 15. До живильних ліній квартир з автоматичними вимикачами 16 приєднуються стояки секцій.

На вводах встановлюються завадозахисні конденсатори 17 ємністю 0,5 мкФ. Освітлення сходів і коридорів автоматизовано, і всі елементи автоматики встановлені на ВРП. Автоматика забезпечує керування освітленням і функції природної освітленості за допомогою фотовимикача 18 і програмного реле часу 19, що відключає частину освітлення в нічні години. Крім того, мається можливість централізованого керування освітленням з диспетчерського пункту. При виході з ладу автоматики можливо ручне керування.

Пристрої димозахисту підключаються до спеціальної панелі III ВРП з пристроєм АВР, що приєднується до обох введень до перемикачів (вводів 1 і 2). Завдяки такому приєднанню ці пристрої залишаються в робочому стані навіть при повному знеструмленні будинку. Для обліку витрати електроенергії встановлюється лічильник 20. На кожній з ліній, що живлять секцію III ВРП, встановлені автоматичні вимикачі 21.

Від секції III ВРП відходять лінії, що живлять вентилятори системи димозахисту і щитки керування, а також частина ліній евакуаційного

освітлення 22, розташованого на шляхах евакуації при пожежі. Таке підключення евакуаційного освітлення в 16-поверхових будинках нормами не передбачено, однак доцільно з метою підвищення безпеки людей, причому для цього додаткових витрат не потрібно.

На рис.2.18 показана схема стояків секції будинку, тобто вертикальних ділянок живильних і групових ліній.

До стояка 1 підключені поверхові щитки квартир 2. Щитки встановлені в залізобетонному електроблоці на сходовій клітці. На кожному щитку встановлений: трьохполюсний пакетний вимикач 3 (один на всі квартири) з підключенням до двох фазних і нульових проводів стояка, однофазні лічильники 4 і апарати захисту групових ліній квартир. Цифрами 5 позначені ліфти, 6 – вентилятори димозахисту, 7 – щиток автоматики, 8 – щиток ілюмінації.

У будинках 17 поверхів і вище на відміну від розглянутої схеми ліфти і все евакуаційне й аварійне освітлення, а також вогні світлового огороження приєднуються до секції III ВРП, оскільки ці електроприймачі відносяться до I категорії по надійності електрозбереження. Однак панелі секції ВРП, до яких приєднані протипожежні пристрої, повинні бути відособлені і мати відмітне червоне фарбування.

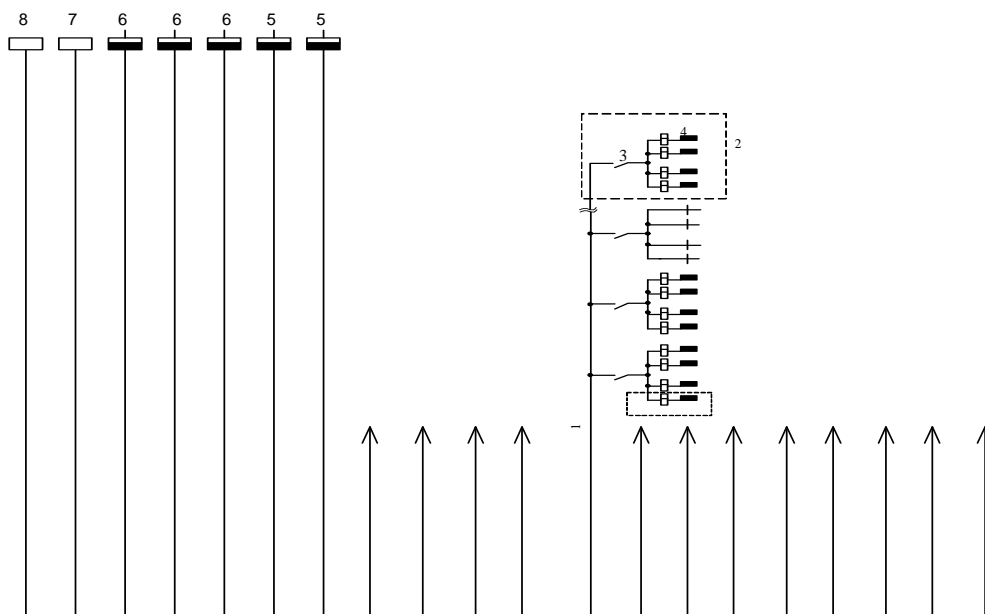


Рис.2.18. - Схема стояків однієї секції 16-поверхового житлового будинку

2.2.4.7. Схеми розподілу електроенергії в суспільних будинках

2.2.4.7.1. Особливості електропостачання

Побудова схем електропостачання й електрообладнання суспільних будинків має ряд відмінних особливостей у порівнянні з розглянутими вище схемами житлових будинків. Ці особливості визначаються значною питомою вагою силових електроприймачів технологічного і санітарно-технічного обладнання, режимами його роботи, специфічними вимогами до освітлення деяких приміщень, а також можливістю вбудовування трансформаторних підстанцій у деякі з цих будинків.

Необхідно підкреслити, що поряд з відмінностями схеми електромереж суспільних будинків повинні відповідати загальним вимогам. Через велике різноманіття суспільних будинків у даній главі будуть розглянуті характерні особливості побудови схем електромереж деяких розповсюджених суспільних будинків масового будівництва.

Встановлені і споживані потужності електроустановок суспільних будинків досягають сотень і навіть тисяч кіловольт-амперів. Економічними розрахунками встановлено, що при споживаній потужності більш 400 кВ·А доцільно застосовувати вбудовані підстанції, у тому числі комплектні (КТП). При цьому забезпечується економія кольорових металів, виключається прокладка зовнішніх кабельних ліній до 1 кВ, немає необхідності в пристрої окремих ВРП в будинку, оскільки мається можливість його сполучення з РУ 0,4 кВ підстанції, і т.ін. (У цьому випадку РУ називають абонентським, і воно обслуговується персоналом абонента.)

Вибір потужності і кількості трансформаторів і трансформаторних підстанцій визначається рівнями електричних навантажень і техніко-економічних розрахунків. Підстанції, як правило, бувають двухтрансформаторні, але у відносно невеликих будинках II і III категорій по надійності електропостачання можлива установка однострансформаторних підстанцій.

Розміри трансформаторних приміщень і приміщень РУ, проходи, відстані до струмоведучих частин, конструкції статей, перекриттів, вимоги до опалення і вентиляції повинні відповідати нормам, встановленим розд.4 ППЕ. З метою забезпечення надійної роботи апаратів захисту рекомендується приймати до установки силові трансформатори при потужності до 250 кВ·А зі схемою з'єднання обмоток зигзаг-зигзаг, при потужності 400-1000 кВ·А – трикутник-зірка з нулем.

При установці в будинку КТП необхідно враховувати дефіцитність розподільних шаф з автоматичними вимикачами, що поставляються заводами. Для спрощення і здешевлення КТП доцільно обмежити число лінійних автоматичних вимикачів, установлюючи ці автоматичні вимикачі на відносно великі струми 200, 400, 600 А и більш. Пропускна здатність таких автоматичних вимикачів часто перевищує розрахункову потужність живильних ліній силових і, що відходять, освітлювальних мереж. Щоб використовувати цілком лінійні автоматичні вимикачі КТП, застосовують схеми живлення з установкою проміжних розподільних пунктів, що складаються з панелей ЩО щитів ПР, щитів станцій керування ЩСУ й інших з автоматичними вимикачами на струми, близькі до розрахункових струмів живильних ліній. Такі пристрої прийнято називати щитами – розмножувателями.

Варто мати на увазі, що в суспільних будинках широко розповсюджено люмінесцентне освітлення, при якому струм у нульовому проводі може досягати значень близьких до номінального струму трансформатора за рахунок вищих гармонійних складових. Оскільки для трансформаторів зі схемою з'єднання зірка-зірка з нулем допускається струм у нейтралі трансформатора не більш 25 % номінального, необхідно встановлювати силові трансформатори зі з'єднанням трикутник-зірка. У цьому випадку допускається струм у нейтралі до 75 % номінального.

2.2.4.7.2. Живильні мережі

Розподіл електроенергії в суспільних будинках може вироблятися як по радіальним, так і магістральним схемам. Радіальна схема застосовується для живлення електроприймачів великої потужності або груп електроприймачів, зосереджених на досить близькій відстані друг від друга. Прикладом таких електроприймачів можуть служити великі холодильні машини, електродвигуни теплових пунктів, насосних, великі вентиляційні камери і т.ін.

При відносно рівномірному розміщенні електроприймачів невеликої потужності по будинку доцільне застосування магістральної схеми.

У суспільних будинках рекомендується, незважаючи на живлення від загальних трансформаторів, що живлять лінії силових і освітлювальних мереж виконувати роздільними, що забезпечує визначені зручності експлуатації, більш доцільне трасування, а також, як правило, зменшує коливання напруги на лампах електричного освітлення. Так само, як і в житлових будинках, на введеннях живильних мереж у будинок установлюються ВРП з апаратами керування, захисту, обліку енергії, що витрачається, а у великих будинках і з вимірювальними приладами. На вводах споживачів, відособлених в адміністративно-господарському відношенні (торговельні, комунальні підприємства, відділення зв'язку і т.ін.), повинні встановлюватися окремі апарати керування незалежно від наявності таких же апаратів на лініях, що відходять, від загального ВРП будинку. На вводах у розподільні пункти або щитки повинні встановлюватися апарати керування.

Якщо це доцільно за умовами експлуатації, можна встановлювати апарати, що сполучають функції керування і захисту (наприклад, автоматичні вимикачі), без дотримання вимог по селективності. При числі розподільних пунктів або щитків, приєднаних до однієї живильної лінії, до п'яти включно апарати керування на введеннях у ці пункти або щитки можна не встановлювати. Виключенням є розподільні пункти, від яких живляться силові електроприймачі гарячих цехів підприємств суспільного живлення, де з метою підвищення електробезпечності необхідно встановлювати апарати керування.

На кожній що відходить від ВРП живильної лінії повинний встановлюватися апарат захисту. Апарат керування може бути загальним для декількох ліній, подібних по призначенню і режимові роботи.

Лічильники для розрахунків за електроенергію, що витрачається, повинні встановлюватися роздільно для кожного абонента. Норми допускають одного з абонентів (найчастіше найбільш енергоємного) вважати головним абонентом і живлення інших споживачів здійснювати від ВРП головного абонента з загальним обліком. При цьому у окремих споживачів установлюють контрольні лічильники і вони ведуть розрахунки за електроенергію з головним абонентом.

Світильники евакуаційного й аварійного висвітлення повинні приєднуватися до мережі, незалежної від мережі робочого освітлення, починаючи від щита трансформаторної підстанції або від ВРП.

При наявності двотрансформаторної підстанції робоче та евакуаційне й аварійне освітлення варто приєднувати до різних трансформаторів. Якщо в будинок вбудовані дві підстанції або більш, доцільно живлення евакуаційного й аварійного освітлення відповідальних приміщень приєднувати до різних підстанцій. Таке приєднання називається перехресним. Лінії, що живлять холодильні установки на підприємствах торгівлі і суспільного живлення, повинні бути окремими, для того щоб відключення інших електроприймачів не приводило до відключення холодильного обладнання.

2.2.4.7.3. Силові розподільні мережі

Силові розподільні пункти повинні розташовуватися в центрі навантажень або з деяким зсувом у бік живлення, як правило, на тих же поверхах, де розташовані електроприймачі. Силові електроприймачі, що приєднуються до розподільних пунктів, групуються з обліком їх технологічного призначення. З метою економії проводів і кабелів і зменшення кількості апаратів захисту на розподільних пунктах електроприймачів невеликої потужності поєднуються «ланцюжки». При цьому в ланцюжок можна з'єднувати:

а) на підприємствах суспільного живлення і торгівлі – не більш чотирьох електроприймачів потужністю до 3 кВт;

б) у навчально-виробничих майстернях навчальних закладів – до п'яти силових електроприймачів верстатного устаткування;

в) у лабораторіях навчальних закладів – не більш трьох лабораторних щитків;

г) у магазинах число касових апаратів, швейних машин у кабінетах доведення, у пошивних цехах ательє і комбінатів побутового обслуговування населення, машин з ремонту й обробці взуття – не обмежено.

Електроприймачі, що з'єднуються в ланцюжок, повинні бути рівній або близькими по встановленій потужності.

Апарати керування, наприклад магнітні пускачі, контактори, кнопкові посади, у залежності від місцевих умов установлюються:

а) розосереджено або групами поблизу керованих механізмів;

б) у шафах станцій керування;

в) в ізольованих електротехнічних приміщеннях, нішах будівельних конструкцій, шафах і т.ін. за умови дотримання вимог техніки безпеки.

Приєднання електроприймачів холодильного, механічного і технологічного устаткування підприємств торгівлі і суспільного живлення виконується по схемах, широко застосовуваним у практиці проектування електроустаткування суспільних будинків масового будівництва. Специфіка схем, у яких передбачені деяких обмежених випадках додаткові комутаційні апарати, обумовлена відсутністю на цих підприємствах кваліфікованого обслуговуючого персоналу.

2.2.4.7.4. Групові освітлювальні мережі

Групові розподільні щитки освітлювальної мережі доцільно, як і в силових мережах, розміщати в центрі навантажень зі зсувом по можливості у бік джерела живлення. Однак за умовами архітектурно-планувальних рішень і інтер'єра приміщень від цієї рекомендації приходиться відступати, розташовуючи щитки на сходових клітках, у коридорах у спеціальних шафах –

нішах, що передбачаються в архітектурно-будівельній частині проекту.

Групові лінії, що відходять від щитків, можуть бути однофазними (фаза плюс нуль), двохфазними (дві фази плюс нуль) і трифазними чотирьохпровідними (три фази плюс нуль). Апарати захисту в нульових проводах установлювати не дозволяється, за винятком вибухонебезпечних приміщень класу В-І, де з метою підвищення вибухонебезпечності апарати захисту встановлюються не тільки у фазних, але й у нульових проводах, а для занулення прокладаються окремий захисний провідник.

Рекомендації для вибору тієї або іншої схеми групової лінії не можуть бути однозначними, тому що в значній мірі залежать від довжини, кількості світильників, їх розташування, зручності керування й експлуатації, а також забезпечення нормованих рівнів коефіцієнта пульсації при люмінесцентному освітленні в приміщеннях з напруженою зоровою роботою. Треба пам'ятати, що перевага варто віддавати трифазним чотирьохпровідним груповим лініям, що забезпечують утрое велике навантаження й у 6 разів меншу втрату напруги в порівнянні з однофазними груповими лініями, але при вдвічі більшій довжині проводів. У невеликих приміщеннях, де немає особливих вимог до якості освітлення і встановлена невелика кількість світильників, застосовуються однофазні групові лінії. У приміщеннях коридорного типу з великим числом дрібних приміщень по коридорі прокладається чотирьох-провідна групова лінія, а відгалуження в кімнати виконуються двохпровідними.

Нижче приводяться деякі вказівки норм по пристрою групових мереж електричного освітлення:

а) живлення штепсельних розеток місцевого освітлення впливає, як правило, виділяти в окремі групові лінії, якщо це не зв'язано з істотним збільшенням довжини мережі;

б) до групових ліній освітлення сходів, поверхових коридорів, холів, технічних підпіль, підвалів і горищ, як і в житлових будинках, допускається приєднувати до 60 люмінесцентних ламп або ламп накаливання потужністю до

65 Вт включно на фазу. Для ліній, що живлять багатолампові люстри, число ламп на фазу не обмежується;

в) при прокладці по загальних трасах рекомендується об'єднання нульових проводів ліній одного виду освітлення (переважно для ліній, що належать до різних фаз мережі). Об'єднання нульових проводів ліній робочого й евакуаційного або аварійного освітлення не дозволяється;

г) загальні для декількох ліній нульові проводи при проводці в трубах повинні прокладатися разом з фазними проводами;

д) вимикачі повинні встановлюватися тільки на фазних проводах, за винятком випадків, передбачених ППЕ для вибухонебезпечних приміщень класу В-І. При живленні багатолампових світильників чотирьох- або трьохпроводними лініями варто передбачати одночасне відключення усіх фазних проводів;

е) розподіл навантажень між фазами мережі освітлення повинний бути по можливості рівномірним, різниця в струмах найбільше і найменш навантаженої фази не повинна перевищувати 30 % у межах одного щитка і 10 % на початку живильної лінії;

ж) у трифазних протяжних групах рекомендується приєднувати окремі світильники до фаз мережі в наступному порядку: А, В, С, А, В, С в випадках, коли при відключенні однієї або двох фаз необхідно зберегти зменшену освітленість по всій площі приміщення, наприклад торговельного залу, конференц-залу і т.ін., і А, В, С, С, В, А, якщо такої вимоги немає;

з) керування загальним освітленням рекомендується здійснювати в такий спосіб:

- у приміщеннях з бічним природним освітленням передбачати відключення світильників рядами, рівнобіжними вікнам;

- на одне відключення поєднувати тільки світильники, що вимагають одночасної дії за умовами технологічного процесу, наприклад прилавки в магазинах, проходи в книгосховищах або складах і т.ін.;

- у великих приміщеннях, таких, як торговельні й обідні зали, конференц-зали, вестибюлі готелів, приміщення прийому замовлень будинків побуту, а також у різних коридорах і проходах передбачати можливість включення невеликої частини світильників, що створюють по всій площі освітленість, достатню для збирання приміщення. Для цієї ж мети можуть бути використані світильники евакуаційного й аварійного освітлення;

и) керування евакуаційним і аварійним освітленням повинне передбачатися з щитків при мінімальному числі останніх. Приміщення з достатнім природним освітленням і без нього повинні житися окремими групами. Допускається застосування для обох видів приміщень загальних груп з установкою додаткових вимикачів для приміщень, що мають природне освітлення. Додаткові вимикачі варто передбачати також для аварійного й евакуаційного освітлення окремих непрохідних приміщень, у яких люди не знаходяться постійно (гардероби, конференц-зали і т.ін.);

к) світильники у входів у будинки варто приєднувати до групової мережі внутрішнього освітлення, переважно до мережі аварійного освітлення;

л) світильники і штепсельні розетки місцевого і переносного освітлення при напрузі 12-42 В варто живити від понижуючих трансформаторів, що приєднуються до мережі робочого або евакуаційного освітлення (в останньому випадку тільки окремими групами). Застосування автотрансформаторів не допускається.

2.2.4.7.5. Комплексні схеми розподілу електроенергії в суспільних будинках

Для живлення відповідальних споживачів у великих містах широко застосовуються двотрансформаторні підстанції з пристроєм АВР на контакторних станціях на стороні нижчої напруги. Спрощена схема такої підстанції приведена на рис.2.19, де 1– контакторні станції, 2, 3 – лінії, що відходять, до введів у будинки, у яких встановлюються ВРП.

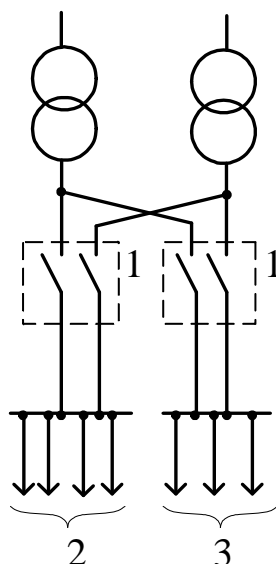


Рис. 2.19. - Схема живлення суспільного будинку від двох-трансформаторної підстанції з АВР на контакторах

При розміщенні підстанції в будинку з електроприймачами I категорії застосовується пристрій АВР на абонентському щиті з настановними автоматичними вимикачами. Спрощена схема приведена на рис.2.20, де автоматичні вимикачі 1 установлені на лініях від трансформаторів; двохсекційний вимикач, що вимикається автоматично при відключенні одного з автоматичних вимикачів 1. Лінії 3 відходять до розподільних пунктів силової мережі і щиткам евакуаційного й аварійного освітлення, лінії 4 – груповим щиткам робочого освітлення.

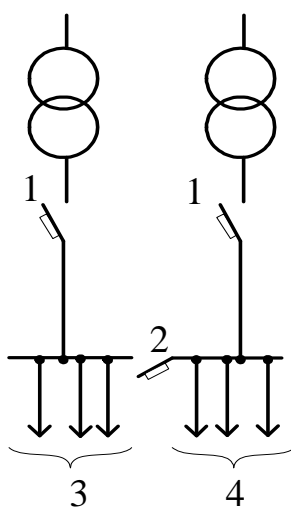


Рис.2.20. - Схема живлення суспільного будинку з вбудованою ТП і абонентським щитом з АВР на автоматичних вимикачах

Приклад побудови типової схеми електрообладнання магазину приведена на рис.2.21. Від окремо розташованої підстанції прокладені дві кабельні живильні лінії 1 і 2, що взаємо резервуються. Кабелі розраховані на навантаження в нормальному й аварійному режимах (при виході з ладу одного з кабелів все навантаження переключається за допомогою перемикачів 3 і 4 на кабель, що залишився в роботі).

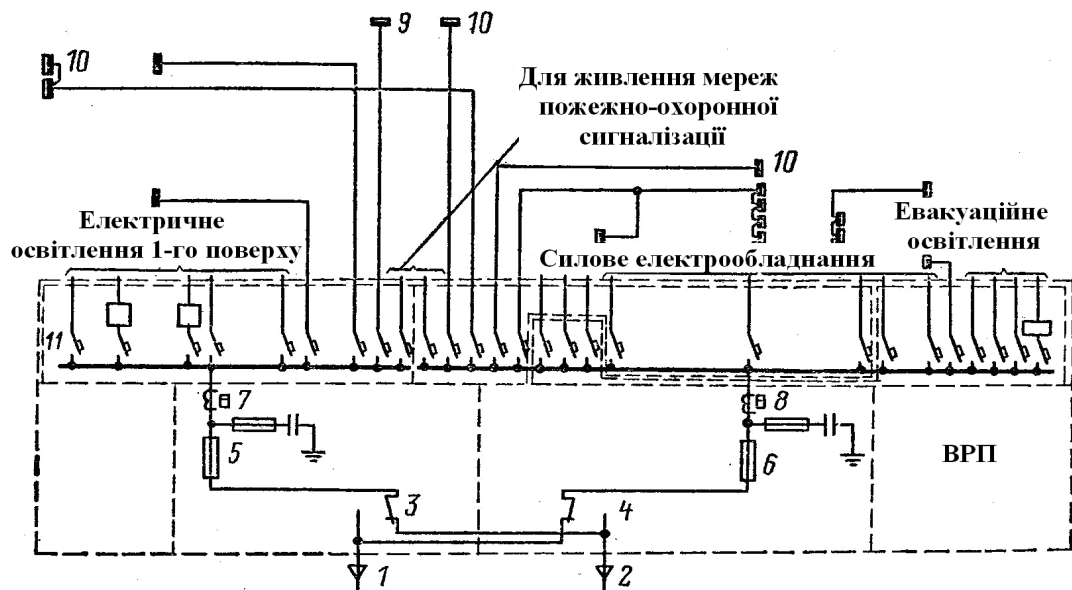


Рис. 2.21. - Спрощена схема електрообладнання магазину

Після перемикачів установлені комплекти апаратів захисту 5 і 6 (найчастіше струмообмежуючі запобіжники). Облік витрати активної електроенергії здійснюється лічильниками 7 і 8, виключеними через трансформатори струму.

Живильні лінії і частина групових ліній робочого освітлення відходять від панелей ВРУ, підключених до вводу 1. Від групових щитків освітлення 9 відходять групові лінії безпосередньо до світильників. Від другого вводу відходять живильні лінії до силових розподільних пунктів 10 і шафам станцій керування (ШК), у яких встановлені апарати захисту і керування. Від розподільних пунктів і ШК відходять лінії силової розподільної мережі до електроприймачів. До цього ж вводу підключене евакуаційне й аварійне освітлення. Всі живильні лінії мають апарати захисту 11 (автоматичні вимикачі), які служать для захисту ліній від КЗ і перевантажень.

2.3. Розрахунок розподільних мереж низької напруги

2.3.1. Основні положення

Перетини проводів і кабелів повинні вибиратися по довгостроково припустимому струму в нормальному та аварійному режимах і по припустимих відхиленнях напруги. Лінії вище 1000 В також перевіряються по економічній щільності струму й дії струмів короткого замикання. Кабельні лінії із пластмасовою ізоляцією напругою до 1000 В перевіряються також по дії струмів короткого замикання. Мережі напругою до 1000 В з глухим заземленням нейтралі повинні бути перевірені на забезпечення автоматичного відключення однофазних замикань. При перевірці кабельних ліній по довгостроково припустимому струму нагрівання необхідно враховувати поправочні коефіцієнти на число кабелів і температуру навколишнього середовища.

Вхідними даними для розрахунку мереж є довжина й навантаження елементів мережі. Довжина ділянок мережі може бути отримана з генерального плану мікрорайону. Навантаження елементів мережі визначається шляхом підсумовування навантажень інших споживачів з врахуванням графіків їх навантажень.

2.3.2. Розрахунок мереж низької напруги

2.3.2.1. Визначення навантаження мереж

Розрахункове електричне навантаження ліній ділянок лінії, що живлять житлові будинки та інші електроприймачі в загальному виді перебувають по вираженню:

$$P_{p\,l\,i} = P_{p\,l\,\max} + k_1 \cdot P_{p\,l\,1} + k_2 \cdot P_{p\,l\,2} + \dots + k_n \cdot P_{p\,l\,n}, \quad (2.37)$$

де: $P_{p\,l\,\max}$ – найбільша з розрахункових навантажень лінії (ділянки), звичайно рівна навантаженню житлових будинків, підключених до лінії (ділянки) і обумовлена в незалежності від загального числа квартир $n_{кв\,л}$, що живляться по лінії (ділянки), т.ч. $P_{p\,l\,\max} = P_{уд\,кв\,л} \cdot n_{кв\,л} + 0.9(P_{p\,l\,л} + P_{p\,с\,л})$; P_i – розрахункові навантаження інших споживачів; $k_1, k_2 + \dots + k_n$ – коефіцієнт участі в максимумі навантажень, обумовлені за даними дод.Н.

При виконанні мережі по петлевої схемі розрахунок навантажень мережі починається з визначення оптимальної точки потокорозподілу шляхом визначення ділянки з найменшим навантаженням, що і повинен бути розімкнуту у нормальному режимі.

Для наведеної на рис.2.22а схеми розрахункова схема мережі має вигляд представлений на рис.2.23а. Потужність, передана від джерела А за умови $l_1 = l_2 = l_3 = l_4 = l_5 = l_6 = 1$ км визначається, як

$$P_A = \frac{\sum_{i=1}^n P_{li} \cdot l_i}{\sum_{i=1}^n l_i} = \frac{40.1 + 50.2 + 35.3 + 50.4 + 40.5 + 60.6}{7} = 143,57 \text{ кВт}. \quad (2.38)$$

Тоді потужності на ділянках замкнутої мережі будуть:

$$P_B = \sum_{i=1}^n P_{li} - P_A = 275 - 143,57 = 131,43 \text{ кВт};$$

$$P_{\ell 3} = P_{\ell 2} - P_2 = 73,57 - 40 = 33,57 \text{ кВт};$$

$$P_{\ell 2}=P_A - P_1= 143,57-60=83,57 \text{ кВт};$$

$$P_{\ell 5}=P_{\ell 4} - P_4 = -6,43-35=-41,43 \text{ кВт};$$

$$P_{\ell 4}=P_{\ell 3} - P_3=43,57-50=6,43 \text{ кВт};$$

$$P_{\ell 7}=P_{\ell 6} - P_6 = -91,43-40=131,43 \text{ кВт};$$

$$P_{\ell 6}=P_{\ell 5} - P_5= -41,43-50= -91,43 \text{ кВт}.$$

З розрахунку видно, що найменші значення потужності на ділянці ℓ_4 .

Мережа розмикається на споживача 3.

Подальший розрахунок ведеться по (2.31) для кожної із двох ліній, що залишилися в роботі. Зокрема, для наведеної на рис.2.23а схеми уточнені значення навантажень на ділянках мережі будуть:

$$P_{P1}=P_1+P_2k_2+P_3k_3; \quad P_{P2}=P_2k_2+P_3; \quad P_{P3}=P_3; \quad P_{P4}=0; \quad P_{P5}=P_4;$$

$$P_{P6}=P_5+P_4k_4; \quad P_{P6}=P_5+P_4k_4; \quad P_{P7}=P_3+P_4k_4+P_6k_6.$$

У випадку виконання мережі по двох променевій схемі розрахунок кожного із променів виконується аналогічно, з тією різницею, що загальне навантаження споживача розподіляється між променями. Для наведеної на рис.2.22б схеми значення навантажень на ділянках мережі будуть:

$$P'_{P1}=P'_1+P'_2k_2+P'_3k_3; \quad P'_{P2}=P'_3+P'_{P2}k_2; \quad P'_{P3}=P'_3;$$

$$P''_{P1}=P''_1+P''_2k_2+P''_3k_3; \quad P''_{P2}=P''_3+P''_2k_2; \quad P''_{P3}=P''_3;$$

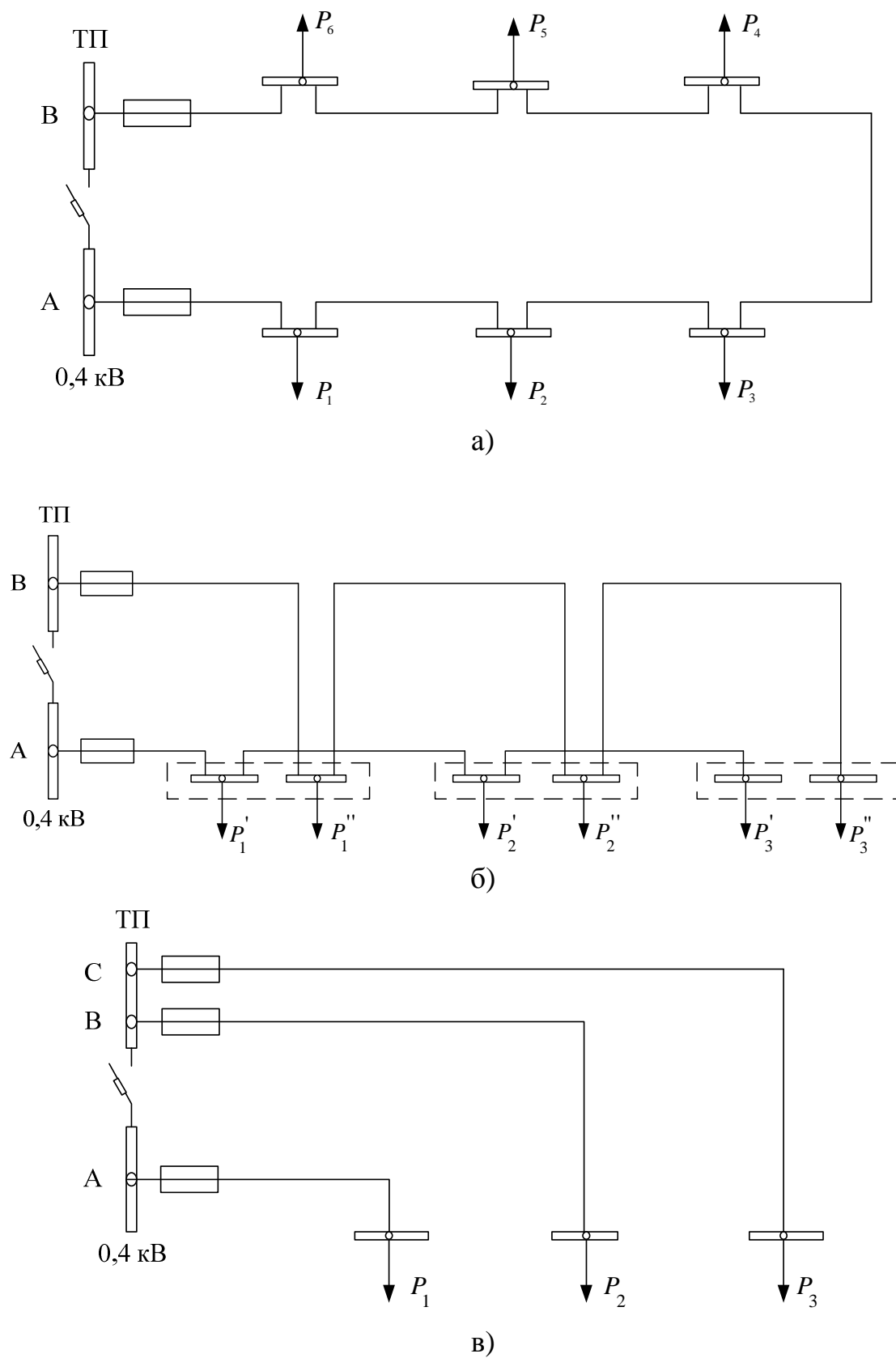
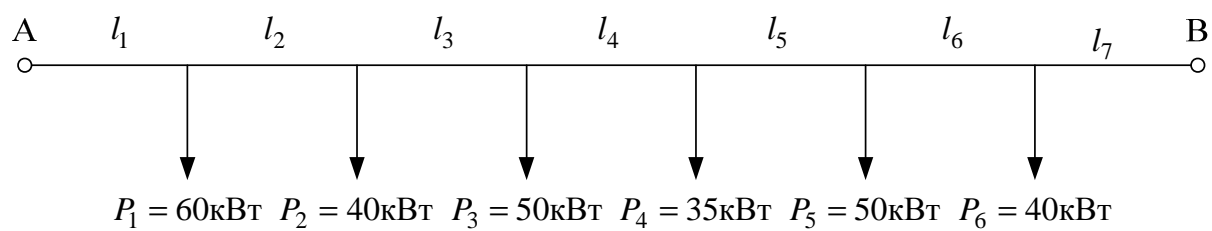
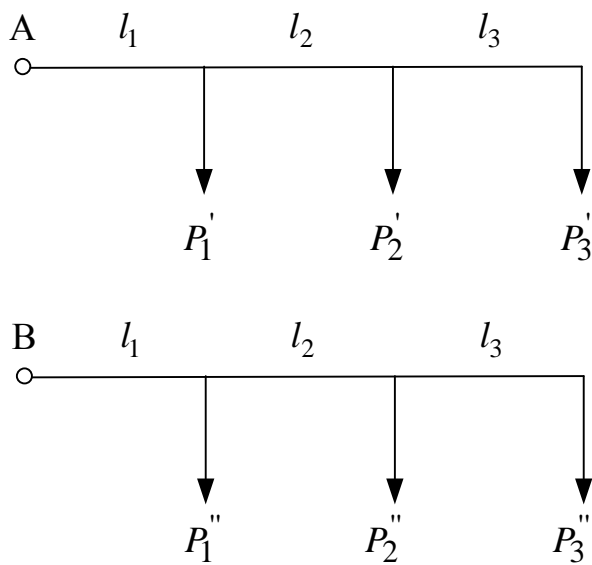


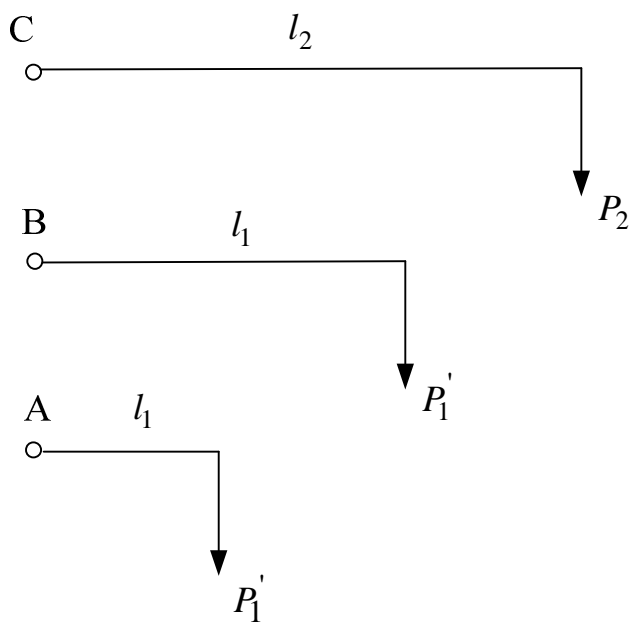
Рис.2.22. - Принципові схеми розподільних мереж 0,38 кВ
а) петлева; б) двухпроменева; в) радіальна.



a)



б)



в)

Рис. 2.23. - Розрахункові схеми розподільних мереж 0,38 кВ
а) петлева; б) променева; в) радіальна

При радіальній схемі значення розрахункового навантаження ліній рівно потужності споживача, при застосуванні нерезервируємії схеми, і половині потужності споживача – при застосуванні резервируємії схеми. Для наведеної на рис.2.22в схеми значення навантажень будуть:

$$P'_{p1} = P'_1; \quad P''_{p1} = P''_1; \quad P_{p2} = P_2.$$

У проекті необхідно дати опис застосовуваних формул, для кожної із ТП привести розрахункову схему, приклад і результати розрахунку навантажень ліній у нормальному та післяаварійному режимах. У якості після аварійного режиму для петлевих схем варто розглядати режим, при якому живлення всієї мережі здійснюється від одного із джерел. Для наведеної на рис.2.23 а схеми таким режимом буде живлення всієї схеми від джерела В (точка поточкорозподілу перебуває на ТП 1). В цьому випадку потужності на ділянках при живленні від джерела А будуть:

$$P_{p1a}^A = P_1 + k_2 P_2 + k_3 P_3 + k_4 P_4 + k_5 P_5 + k_6 P_6;$$

$$P_{p2a}^A = P_3 + k_2 P_2 + k_4 P_4 + k_5 P_5 + k_6 P_6 \text{ і т.ін.}$$

Аналогічно визначається значення потужності на ділянках при живленні від джерела В.

У якості післяаварійного режиму для двохпроменевих схем рекомендується розглядати режим, при якому живлення всіх споживачів ТП здійснюється по одному із променів. Для схеми рис. 2.23 б:

$$P'_{p1a} = (P'_1 + P''_1) + k_2 \cdot (P'_2 + P''_2) + k_3 \cdot (P'_3 + P''_3) = P''_{p1a};$$

$$P'_{p2a} = P''_{p2a} = (P'_3 + P''_3) + k_2 \cdot (P'_2 + P''_2); \quad P'_{p3a} = P''_{p3a} = (P'_3 + P''_3).$$

У якості після аварійного режиму радіальної резервируємії схеми можна розглядати режим, при якому живлення всіх навантажень споживача здійснюється по одній з ліній, тобто для схеми рис.2.23 в.

2.3.2.2. Розрахунок розподільних мереж

Розрахунок мереж до 1000 В виробляється в такому порядку:

1. Вибираються плавкі вставки запобіжників I_v уставки теплових $I_{тр}$ або комбінованих розцеплювачей автоматичних вимикачів $I_{кр}$ за умовами:

а) відстройки від максимальних робочих струмів $I_{рм}$ при відсутності силових навантажень:

$$I_v \geq I_{рм} ; \quad I_{тр} \geq I_{рм} ; \quad I_{кр} \geq I_{рм} . \quad (2.39)$$

б) відстройки від максимального струму включення $I_{max.вкл}$ при наявності силових навантажень

$$I_a \geq \frac{I_{max.âĖĖ}}{\alpha_i} ; \quad I_{êđ} \geq (1,1 \div 1,25) I_{max.âĖĖ} \quad (2.40)$$

де I_v - струм плавкої вставки, А; $I_{тр}$, $I_{кр}$ - струм спрацьовування теплового або комбінованого розцеплювача; $I_{max.вкл}$ - максимальний струм з урахуванням пускового струму, А; α_n - коефіцієнт, що враховує умови пуску електродвигунів ($\alpha_n = 2,5$ - при легкому пуску, $\alpha_n = 1,5-2$ - при важкому пуску).

Для внутрибудинкових мереж суспільних і житлових будинків $I_v \leq 0,8 I_{дон}$, де $I_{дон}$ - максимальний припустимий струм за умовами нагрівання обраного перетину кабелів.

2. За прийнятим значенням нормального струму плавкої вставки перебуває припустимий струм $I'_{дон}$, за умовою узгодження із захистом кабелю запобіжником, як $I'_{дон} = K_3 I_v$, де K_3 - коефіцієнт захисту.

3. За значеннями $I'_{дон}$ у таблиці припустимих значень струмів для прийнятої марки проведення вибирається відповідне значення за умовою $I'_{дон} \leq I_{дон}$. Дозволяється приймати найближчий менший перетин.

4. Обраний перетин провідника перевіряється по робочому струмі нормального режиму:

$$K_n I_{\text{дон}} \geq I_{p.n} \quad (2.41)$$

і току післяаварийного режиму

$$1,3 K_n I_{\text{дон}} \geq I_{p.a} \quad (2.42)$$

де $K_i = \prod_1^n K_i$; K_i – поправочний коефіцієнт на умови прокладки (умови охолодження).

5. Перевіряється перетин провідників у нормальному й післяаварийному режимах по втраті напруги. Припустима втрата напруги до самого віддаленого електроприймача від шин низької напруги ТП 6%. Приймається, що припустима втрата напруги усередині будинків становить 2-2,5%. У такому випадку припустима втрата напруги від ТП до вводу в будинок $U_{\text{дон.нн}} = 3,5-4\%$.

Мережі до 1000 В при $\cos\phi$ і перетинах, не більше зазначених у табл. 2.31, розраховують без обліку індуктивного опору.

Таблиця 2.31

	0,95		0,9		0,85		0,8		0,75		0,7	
Матеріал проводу	М	А	М	А	М	А	М	А	М	А	М	А
Перетин	70	120	50	95	35	70	35	50	25	50	25	35

Перетин провідника за умовою припустимої втрати напруги знаходять по формулі:

$$F = \alpha \frac{M_a}{\Delta U_{\text{дон}}} \quad (2.43)$$

де M_a – сума активних моментів навантажень; α - коефіцієнт, що залежить від марки провідників, величини напруги й прийнятих одиниць виміру.

Для трифазної мережі $M_a = \sum PL$

$$\text{При } \Delta U(B) \quad \alpha = \frac{1}{\gamma U_n};$$

$$\text{При } \Delta U(\%) \propto \frac{10^5}{\gamma U_H^2},$$

де γ – питома провідність матеріалу (для алюмінію $\gamma_A=32$ м/Ом·мм²; для міді $\gamma_M=53$ м/Ом·мм²).

6. Перевіряється надійність спрацювання захисного апарата при однофазному замиканні відповідно до вимог техніки безпеки.

Струм однофазного короткого замикання визначається для найбільш вилученої крапки мережі (в електричній системі)

$$I_K = \frac{U_\phi}{Z_m / 3 + Z_n}, \quad (2.44)$$

де Z_m , Z_n – опір трансформатора ТП опір петлі фаза-нуль лінії відповідно; U_ϕ – фазна напруга мережі, В.

$$Z_n = \sqrt{R_n^2 + X_n^2}; R_n = R_\phi + R_o,$$

де X_n – опір петлі фаза-нуль, Ом; R_ϕ , R_o – активні опори фазного й зворотного проведень, Ом.

Надійне відключення захисним апаратом забезпечується за умови виконання співвідношення

$$K_{31} I_\phi \leq I_K, \quad (2.45)$$

де K_{31} – припустима кратність струму к. з. стосовно номінального струму плавкої вставки або току спрацювання розцеплювача автомата; I_K – найменша величина струму к. з.; по K_{31} повинен бути не менш 3.

Як приклад розглянемо розрахунок мережі 0,38 кВ ТП 1. Розрахункова схема мережі наведена на рис. 2.24. Значення струмів на ділянках у нормальному режимі може бути визначене по формулі:

$$I_{p.n.i} = \frac{S_{p.n.i} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_H} = 1,52 \cdot S_{p.n.i}, \quad (2.46)$$

де $S_{p.n.i}$ – розрахункове навантаження на ділянках мережі; $U_H = 0,38$ кВ – напруга мережі.

Значення струму на ділянках у нормальному режимі визначається як

$$I_{p.n.7} = 50,8 \cdot 1,52 = 77,22 \text{ A}$$

$$I_{p.n.9} = 87,4 \cdot 15,2 = 132,85 \text{ A}$$

$$I_{p.n.1} = 99,14 \cdot 15,2 = 150,69 \text{ A}$$

$$I_{p.n.10} = 43,7 \cdot 15,2 = 66,42 \text{ A}$$

$$I_{p.n.4} = 43,7 \cdot 15,2 = 66,42 \text{ A}$$

$$I_{p.n.4} = 47,86 \cdot 15,2 = 72,75 \text{ A}$$

$$I_{p.n.5} = 87,4 \cdot 15,2 = 132,85 \text{ A}$$

$$I_{p.n.3} = 81,75 \cdot 15,2 = 124,26 \text{ A}$$

$$I_{p.n.2} = 131,1 \cdot 15,2 = 199,27 \text{ A}$$

$$I_{p.n.2} = 129,19 \cdot 15,2 = 196,37 \text{ A}$$

Значення струму на ділянках у післяаварийному режимі може бути визначене по формулі:

$$I_{p.a.i} = \frac{0,9 S_{p.a.i} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n} = 1,37 \cdot S_{p.a.i}, \quad (2.47)$$

де $S_{p.a.i}$ – значення розрахункової потужності на ділянках у післяаварийному режимі; $U_n = 0,38$ кВ – напруга мережі. Для радіальних і магістральних нерезервованих схем значення $S_{p,i}$ дорівнює нулю. Для радіальних нерезервованих і двопромених схем значення $S_{p.a.i}$ дорівнює навантаженню всіх споживачів, що живляться по двох взаєморезервованих лініях, тобто:

$$S_{p.a.6} = S_{p.5} = S_{p.10} = S_{p.7} = S_{p.8} = 0 \text{ кВА}$$

$$S_{p.a.1} = 2S_{p.n.1} = 2 \cdot 99,14 = 198,28 \text{ кВА}$$

$$S_{p.a.4} = 2S_{p.n.4} = 2 \cdot 47,86 = 95,73 \text{ кВА}$$

$$S_{p.a.3} = 2(S_{p.n.4} + S_{p.n.3}) = 2 \cdot (47,86 + 81,75) = 163,50 \text{ кВА}$$

$$S_{p.a.2} = 2(S_{p.n.4} + S_{p.n.3} + S_{p.n.2}) = 2 \cdot (47,86 + 81,75 + 129,19) = 258,38 \text{ кВА}$$

Відповідно до (2.47) значення відповідних струмів на ділянках визначаються як:

$$I_{p.a.6} = I_{n.a.5} = I_{n.a.10} = I_{n.a.7} = I_{n.a.8} = I_{n.a.9} = 0$$

$$I_{p.a.1} = 198,28 \cdot 1,37 = 271,64 \text{ A}$$

$$I_{p.a.4} = 95,73 \cdot 1,37 = 131,15 \text{ A}$$

$$I_{p.a.3} = 163,50 \cdot 1,37 = 224,00 \text{ A}$$

$$I_{p.a.2} = 258,38 \cdot 1,37 = 353,98 \text{ A}$$

Значення максимального робочого струму $I_{p.m}$ на ділянках 5, 6, 10, 7, 8, 9 дорівнює значенню розрахункового струму в нормальному режимі $I_{p.n}$. Значення максимального струму $I_{p.m}$ на ділянках 1, 2, 3, 4 дорівнює значенню розрахункового струму на ділянках у післяаварийному режимі $I_{p.a}$, тобто:

$$\begin{aligned}
I_{p.m. 6} &= I_{p.n. 6} = 66,42 \text{ A}; \\
I_{p.m. 5} &= I_{p.n. 5} = 132,85 \text{ A}; \\
I_{p.m. 7} &= I_{p.n. 7} = 77,82 \text{ A}; \\
I_{p.m. 8} &= I_{p.n. 8} = 199,27 \text{ A}; \\
I_{p.m. 9} &= I_{p.n. 9} = 132,85 \text{ A};
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
I_{p.m. 10} &= I_{p.n. 10} = 66,42 \text{ A}; \\
I_{p.m. 4} &= I_{p.n. 4} = 131,15 \text{ A}; \\
I_{p.m. 3} &= I_{p.n. 3} = 224,00 \text{ A}; \\
I_{p.m. 2} &= I_{p.n. 2} = 358,98 \text{ A}; \\
I_{p.m. 1} &= I_{p.n. 1} = 271,64 \text{ A};
\end{aligned}$$

Відповідно до 2.39 значення номінальних струмів плавких вставок будуть:

$$\begin{aligned}
I_{\epsilon.6} &= 80 \text{ A}; \\
I_{\epsilon.5} &= 150 \text{ A}; \\
I_{\epsilon.7} &= 80 \text{ A}; \\
I_{\epsilon.8} &= 200 \text{ A}; \\
I_{\epsilon.9} &= 150 \text{ A};
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
I_{\epsilon.10} &= 80 \text{ A}; \\
I_{\epsilon.4} &= 150 \text{ A}; \\
I_{\epsilon.3} &= 250 \text{ A}; \\
I_{\epsilon.2} &= 400 \text{ A}; \\
I_{\epsilon.1} &= 300 \text{ A};
\end{aligned}$$

Оскільки коефіцієнт захисту K для кабелів з паперовою ізоляцією дорівнює $I'_{\text{дон.}i} = I_{\epsilon.i}$, тому вибір перетину кабелів виробляється за значеннями $I_{\epsilon.i}$. Відповідно до [6] значення струмів $I_{\epsilon.i}$ відповідають значенням перетинів F_i ; $F_6 = 16 \text{ мм}^2$; $F_6 = 16 \text{ мм}^2$; $F_5 = 50 \text{ мм}^2$; $F_7 = 16 \text{ мм}^2$; $F_8 = 70 \text{ мм}^2$; $F_9 = 50 \text{ мм}^2$; $F_5 = 16 \text{ мм}^2$; $F_4 = 50 \text{ мм}^2$; $F_3 = 120 \text{ мм}^2$; $F_2 = 2 \times 70 \text{ мм}^2$; $F_1 = 2 \times 50 \text{ мм}^2$.

Перевірку обраних перетинів по робочому струмі нормального режиму здійснюють по формулі (2.41). При цьому K_n для ліній 5, 6, 10, 7, 8, 9 дорівнює одиниці. Для ліній 4, 3 $K_n = 0,9$ [6]. Для ліній 1, 2 $K_n = 0,8$. Відповідні значення K_n , $I_{\text{дон}}$ на ділянках [6] рівні:

$$K_{n.6} \cdot I_{\text{дон.}6} = 1 \cdot 90 > 66,42 \text{ A};$$

$$K_{n.7} \cdot I_{\text{дон.}7} = 1 \cdot 90 > 77,22 \text{ A};$$

$$K_{n.9} \cdot I_{\text{дон.}9} = 1 \cdot 165 > 132,85 \text{ A};$$

$$K_{n.4} \cdot I_{\text{дон.}4} = 0,9 \cdot 165 > 72,75 \text{ A};$$

$$K_{n.2} \cdot I_{\text{дон.}2} = 0,8 \cdot 400 > 196,37/2 \text{ A};$$

$$K_{n.5} \cdot I_{\text{дон.}5} = 1 \cdot 165 > 132,85 \text{ A};$$

$$K_{n.8} \cdot I_{\text{дон.}8} = 1 \cdot 200 > 199,27 \text{ A};$$

$$K_{n.10} \cdot I_{\text{дон.}10} = 1 \cdot 90 > 66,42 \text{ A};$$

$$K_{n.3} \cdot I_{\text{дон.}3} = 0,9 \cdot 270 > 124,26 \text{ A};$$

$$K_{n.1} \cdot I_{\text{дон.}1} = 0,8 \cdot 330 > 150,69/2 \text{ A};$$

Перевірку обраного перетину по струму післяварийного режиму

здійснюють по формулі (2.42) на ділянках 1, 2, 3, 4. Відповідно:

$$1,3 K_{n.4} \cdot I_{\text{дон.}4} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 214 > I_{p.a. 4} = 131,15 \text{ A};$$

$$1,3 K_{n.3} \cdot I_{\text{дон.}3} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 351 > I_{p.a. 3} = 224,00 \text{ A};$$

$$1,3 K_{n.2} \cdot I_{\text{дон.}2} = 1,3 \cdot 0,8 \cdot 520 > I_{p.a. 2} = 353,98/2 \text{ A};$$

$$1,3 K_{n.1} \cdot I_{\text{дон.}1} = 1,3 \cdot 0,8 \cdot 429 > I_{p.a. 1} = 271,64/2 \text{ A}.$$

Таким чином, всі обрані перетини задовольняють умовам нагрівання в нормальному й післяаварийному режимах.

Перевірку перетину кабелів по припустимій втраті напруги здійснюють по (2.43). При цьому, для нормального режиму запишемо:

$$\Delta U_{i,i} = \frac{10^5}{\gamma \cdot U^2} \quad \frac{S_{\delta,i,i} \cdot l_i \cdot \cos \varphi_i}{2F_i} = 0,01991 \frac{S_{\delta,i,i} \cdot l_i}{2F_i} \quad (2.48)$$

У післяаварийному режимі

$$\Delta U_{a,i} = \frac{10^5}{\gamma \cdot U^2} \quad \frac{S_{\delta,a,i} \cdot l_i \cdot \cos \varphi_i}{2F_i} = 0,01991 \frac{S_{\delta,a,i} \cdot l_i}{2F_i} \quad (2.49)$$

Для ділянки 1

$$\Delta U_{i,1} = 0,01991 \frac{198,28 \cdot 54}{2 \times 95} = 1,12\%$$

$$\Delta U_{a,1} = 0,01991 \frac{198,28 \cdot 54}{95} = 2,24\% .$$

Розрахунок інших ділянок виконаний аналогічно.

Результати розрахунків зводимо в табл. 2.

Перевірку надійності спрацьовування запобіжників при однофазних замиканнях проводимо для найбільш вилучених ділянок 1, 4, 6, 7, 10.

Для ділянок 5, 6 ($F_5 = 50 \text{ мм}^2$, $F_6 = 16 \text{ мм}^2$) відповідно до додатків 15, 16, 17 маємо: $r_{\phi o6} = 1,19 \text{ Ом/км}$, $r_{\phi o5} = 0,64 \text{ Ом/км}$; $r_{но6} = 1,19 \text{ Ом/км}$, $r_{но5} = 0,92 \text{ Ом/км}$; $x_{c5} = x_{c6} = 0,15 \text{ Ом/км}$; $Z_m = 0,19 \text{ Ом}$. Тоді одержимо:

$$I_{\epsilon 6} = \frac{220}{1,19 + 1,19 \cdot 0,034 + 0,64 + 0,92 \cdot 0,078 + 0,15 \cdot 0,034 + 0,078 + 0,19/3} = 986,5 \text{ А}.$$

У такий спосіб надійне відключення однофазного короткого замикання забезпечується, тому що $380 < 1095,6 \text{ А}$. Розрахунок інших ділянок виконується аналогічно. Результати розрахунків зводяться в табл. 2.31.

2.3.2.3. Розрахунок внутрібудинкових мереж

Вводи в будинок виконується від ТП по найкоротшій відстані з урахуванням інших інженерних мереж і споруджень.

Зазначене в табл.1 ДБН [3] $P_{уд}$ справедливо при загальній площі квартир до 55 м^2 . Якщо площа квартир більша, то на кожен квадратний метр $P_{уд}$ збільшиться на 1 % при плитах приготування їжі на природному газі й на 0,5 % при інших плитах, але не більш, ніж на 25 %.

Розрахунок внутрібудинкових мереж розглядається на прикладі розрахунку мереж дев'ятиповерхового чотирьох-секційного, 144-квартирного будинку з газовими плитами, із загальною площею квартир $30, 50, 60$ й 75 м^2 , схема якої представлена на рис. 2.24.

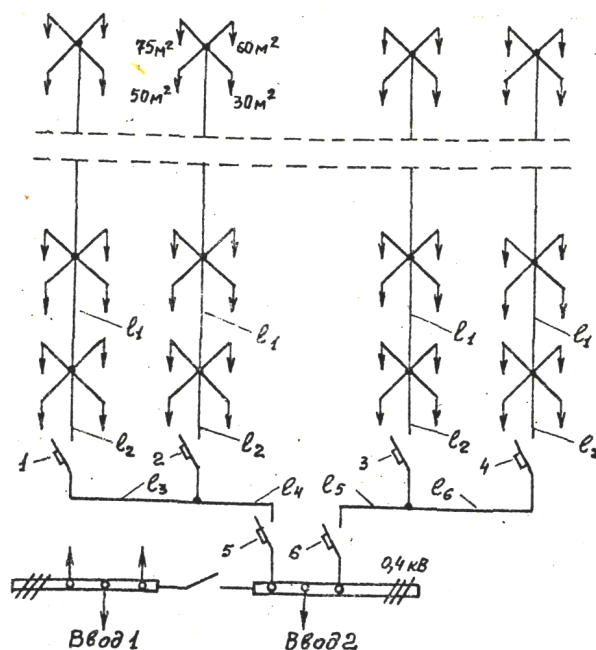


Рис. 2.24. - Схема внутрібудинкових мереж дев'ятиповерхового чотирьох- секційного, 144-квартирного будинку

З урахуванням перевищення площі квартир розрахункове навантаження стояка складе:

$$P_{р.ст.} = P_{уд} \cdot (1,2 \cdot 9 + 1,05 \cdot 9 + 1 \cdot 18) = 32,5 \text{ кВт}$$

де $P_{уд1} = 0,85 \text{ кВт/м}^2$ згідно табл. 1 [4] (див. дод.1).

Розрахункове навантаження магістралі l_4 з урахуванням перевищення площі квартир:

$$P_{p.l_4} = P_{y\partial 2} \cdot (1,2 \cdot 18 + 1,05 \cdot 18 + 1 \cdot 36) =$$

$$= 0,67 \cdot (1,2 \cdot 18 + 1,05 \cdot 18 + 1 \cdot 36) = 51,3 \text{ кВт}$$

де $P_{y\partial 2} = 0,67 \text{ кВт/м}^2$ згідно табл. 1 [4].

Визначаємо розрахунковий струм стояка

$$I_{p.cm.} = \frac{P_{p.cm.} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi}$$

де $U_{ном} = 380 \text{ В}$; $\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності дорівнює 0,96.

$$I_{p.l_3} = \frac{32,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,96} = 51,4 \text{ А};$$

$$I_{p.l_4} = \frac{51,3 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,96} = 81,2 \text{ А}.$$

За умовами механічної міцності у внутрібудинкових мережах використовують проведення з алюмінієвими жилами типу A_n з гумовою або поліхлорвініловою ізоляцією. По припустимому струмі цих проводів визначаємо перетину стояків з умови

$$I_{дон} \geq I_p,$$

$$I_{p.l_3} = I_{p.l_2} = 51,4 \text{ А} < 55 \text{ А}.$$

Приймаємо перетин $F_2 = F_{cm.2} = 10 \text{ мм}^2$ нульового проводу

$$F_{cm.0} = 10 \text{ мм}^2, \text{ тому що } F_{cm.2} < 16 \text{ мм}^2.$$

$$I_{p.l_4} = 81,2 \text{ А} < 105 \text{ А}.$$

Приймаємо $F_4 = 25 \text{ мм}^2$; $F_{04} = 25 \text{ мм}^2$.

Схема силової мережі будинку наведена на рис.2.25.

Визначаємо навантаження силової мережі:

$$P_{p.l_7} = (P_{л} \cdot n_{л}) \cdot \kappa_c = 4 \cdot 4 \cdot 0,8 = 12,8 \text{ кВт};$$

$$I_{p.л.} = \frac{P_{p.l_7} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{12,8 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,6} = 32,9 \text{ А}.$$

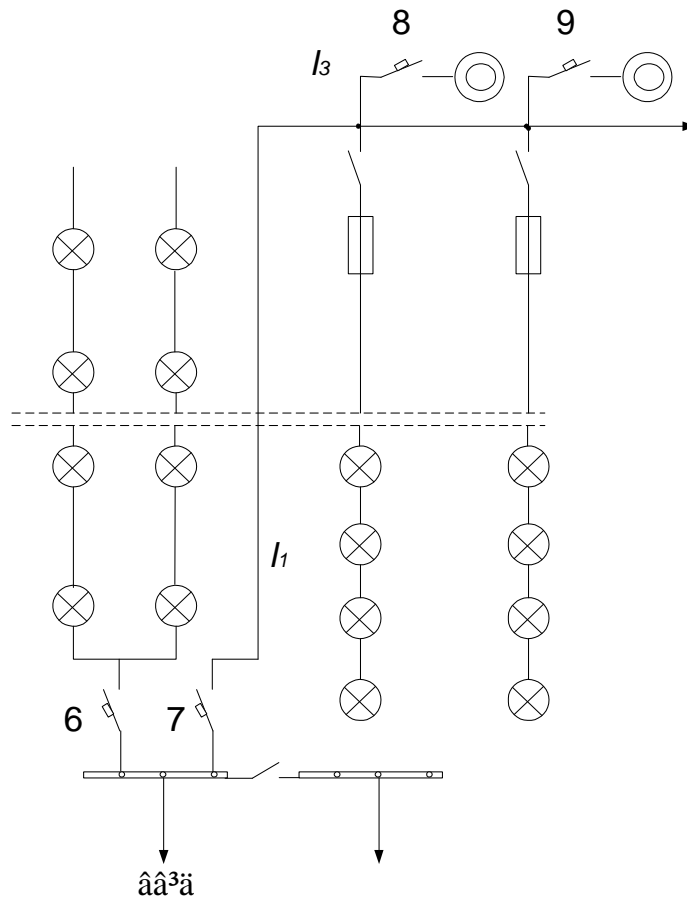


Рис. 2.25. - Схема силової мережі будинку

Визначаємо перетину стояків

$$I_{дон} \geq I_{р.л.}; 39 \text{ A} > 32,9 \text{ A}; F_{l_7} = 6 \text{ мм}^2.$$

Навантаження освітлення шахти ліфта

$$I_{осв.ш.} = \frac{P_{ламн} \cdot n_{ламн}}{U} = \frac{25 \cdot 9}{220} = 1,02 \text{ A}.$$

Приймаємо $F_{осв.ш.} = 2,5 \text{ мм}^2$, тому що за умовою механічної міцності перетин алюмінієвих проводів не повинне бути менше $2,5 \text{ мм}^2$ за умовами механічної міцності

$$24 \text{ A} > 1,02 \text{ A}.$$

Для захисту електролампочок освітлення шахти від нічних перенапруг установлюємо діоди КД 202Р, $I_{ВП} = 5 \text{ A}$, $U_{обр} = 600 \text{ В}$.

По розрахункових струмах ліній вибираємо автомати за умовою

$$I_p < I_{ном.авт};$$

струми теплових розцеплювачів автоматів:

$$I_{T.pa} \geq I_p - \text{для окреmostоящих автоматів};$$

$$I_{T.pa} \geq 1,15I_p - \text{для автоматів у шафах.}$$

Окреmostоящі автомати: 1,2,3,4.

$$I_{p.l_1} = I_{p.l_2} = 51,4A < 63A = I_{T.pa}.$$

Вибираємо автомати типу АЕ 2046, $I_{ном.а} = 63A$.

Автомати 5, 6.

$$I_{p.l_4} = 81,2 \cdot 1,15 = 93,38A < 100A = I_{T.pa};$$

Вибираємо автомати типу АЕ 2056, $I_{ном.а} = 100A$.

Автомат 7.

$$I_{p.l_7} = 32,9 \cdot 1,15 = 37,8A < 40A = I_{T.pa}$$

Вибираємо автомати типу АЕ 2046, $I_{ном.а} = 63A$.

Автомати 8, 9.

$$I_{p.l_1} = 10,1A < 10A = I_{T.pa}$$

Вибираємо автомати типу АЕ 2035, $I_{ном.а} = 25A$.

Перевіряємо прийнятий перетин проводів за коефіцієнтом захисту: Згідно ППЕ для автоматичних вимикачів з тепловими або комбінованими нерегульованими розцеплювачами із обернено-залежною від струму характеристикою

$$\kappa_3 = \frac{I_{дон}}{I_{T.pa}} \geq 1,0,$$

де $I_{дон}$ – довгостроково припустимий по нагріванню струм прийнятого перетину кабелю; $I_{T.pa}$ - прийнята уставка теплового розцеплювача автомата.

Автомати 1, 2, 3, 4.

$$\kappa_3 = \frac{55}{63} < 1,0.$$

Збільшуємо перетин проводу $F_{l_3} = 10 \text{ мм}^2$ до перетину 16 мм^2 .

$$\kappa_3 = \frac{80}{63} = 1,27 > 1.$$

Автомати 5, 6.

$$\kappa_3 = \frac{105}{100} = 1,05 > 1.$$

Автомат 7.

$$\kappa_3 = \frac{39}{40} = 1$$

збільшуємо перетин $F_{l_7} = 10 \text{ мм}^2$.

Автомати 8, 9, 10, 11.

$$\kappa_3 = \frac{24}{16} = 1,5 > 1.$$

Визначаємо втрати напруги в стояках:

$$\Delta U_1 = \frac{P_{p.cm} \cdot (l_2 + n \cdot l_1)}{2 \cdot C \cdot F_1} \cdot 100,$$

де l_1 - довжина стояка між поверхами; $l_1 = 2,6 \dots 3 \text{ м}$; l_2 - довжина стояка до автомата 1; $l_2 = 3,5 \dots 4 \text{ м}$; C - коефіцієнт, рівний 46, що залежить від числа фаз і матеріалу провідника; n - кількість поверхів.

$$\Delta U_{ст} \% = \frac{32,5 \cdot (13,5 + 8 \cdot 2,6) \cdot 10^3}{2 \cdot 46 \cdot 16} \cdot 100 = 0,053\% ;$$

$$\Delta U_1 = \frac{P_{p.cm} \cdot l_3}{C \cdot F_3} \cdot 100 = \frac{32,5 \cdot 0,012}{46 \cdot 16} \cdot 100 = 0,053\% ;$$

$$\Delta U_{l_4} \% = \frac{2 \cdot P_{p.ст} \cdot l}{C \cdot F_4} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 32,5 \cdot 0,018}{46 \cdot 16} \cdot 100 = 0,17\% ;$$

$$\Sigma \Delta U \% = 0,053 + 0,053 + 0,17 = 0,276\% ;$$

$$0,276 < 2\% .$$

2.4. Автоматизація освітлення

2.4.1. Задачі керування освітленням приміщень у житлових і суспільних будинках

Задача автоматизації керування освітленням приміщень у житлових і суспільних будинках є актуальною. Її застосування приводить до значної економії електроенергії. В даний час розроблені і широко впроваджуються наступні системи керування освітленням у житлових будинках:

- 1) включення освітлення за допомогою кнопових автоматичних вимикачів з витримкою часу на відключення (децентралізоване керування);
- 2) керування за допомогою фотовимикачів (централізоване керування на один будинок);
- 3) керування за допомогою фотовимикачів і реле часу (централізоване програмне керування на один будинок);
- 4) керування з диспетчерського пункту ДЕЗ (РЕК) або мікрорайону (централізоване керування).

Функції керування освітленням

Керуванню підлягають наступні функції:

- автоматичне керування зовнішнім освітленням за сигналом датчика освітленості або за сигналом таймера заданої часової програми;
- ручне керування зовнішнім освітленням безпосередньо з щита керування;
- автоматичне керування внутрішнім освітленням за сигналом таймера заданої часової програми;
- ручне керування внутрішнім освітленням безпосередньо з щита керування;
- моніторинг стану освітлення кожної зони, за допомогою контролю статусу освітлення даної зони контактора.

Застосування систем автоматизації (диспетчеризації) дозволяє збільшити

зносостійкість устаткування, на 70%, знизити витрати на енергоспоживання на 40%, зменшити витрати на експлуатацію приблизно в 3,5 рази.

Схеми автоматизації освітлення в будинках забезпечують, як правило, дистанційне централізоване або децентралізоване керування групами світильників. Однак у деяких будинках застосовується автоматичне керування. Так, наприклад, у школах на час уроків автоматично відключається частина освітлення рекреацій, коридорів, і деяких інших приміщень. У театрах, кінотеатрах, концертних залах і т.ін. здійснюється автоматичне поступове зниження рівня освітленості до повного відключення освітлення на початку дії і, навпаки, поступове збільшення освітленості до повного після закінчення дії.

2.4.2. Керування освітленням у житлових будинках

З метою економії електроенергії в даний час Міністерство житлово-комунального господарства пропонує всім проектним організаціям передбачати керування робочим освітленням сходових кліток, що мають природне освітлення, пристроями для включення на час, достатній для підйому людей на верхній поверх або частину поверхів багатоповерхових житлових будинків. Ці ж пристрої повинні установлюватися для керування освітленням поповерхових кишень і коридорів, площадок перед сміттяскіданнями. Освітлення ліфтових холів, під'їздів і входів повинне у всіх випадках залишатися включеним протягом усього темного часу доби. Одним із пристроїв, використовуваних для цієї мети, є приведений на рис.2.26 кнопковий вимикач АВ-2, що включає освітлення на 2-3 хв. Витримка часу забезпечується спеціальним пневматичним або електронним пристроєм. Перший з них представляє собою гумову мембрану, що згинається при натисканні кнопки і поступово випрямляється, продавлюючи повітря через калібрований отвір у корпусі. В електронних пристроях у якості елемента затримки використовується ємнісний накопичувач з R-контуром розряду. На рис. 2.27 приведена для прикладу одна зі схем, що

рекомендуются, для будинків висотою 11-16 поверхів. Як видно зі схеми, освітлення ліфтових холів, евакуаційне освітлення сходових площадок і входів, а також тамбур і під'їзд включаються контактами фотореле ФР, встановленими в блоці автоматики ввідно-розподільного пристрою.

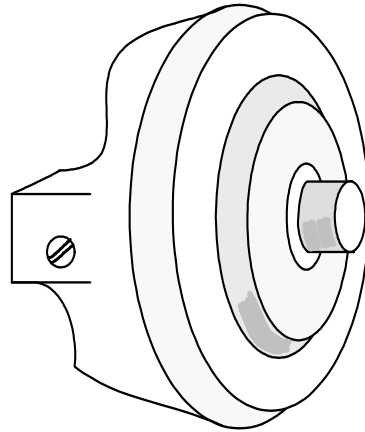


Рис. 2.26. - Кнопковый выключатель АВ- 2

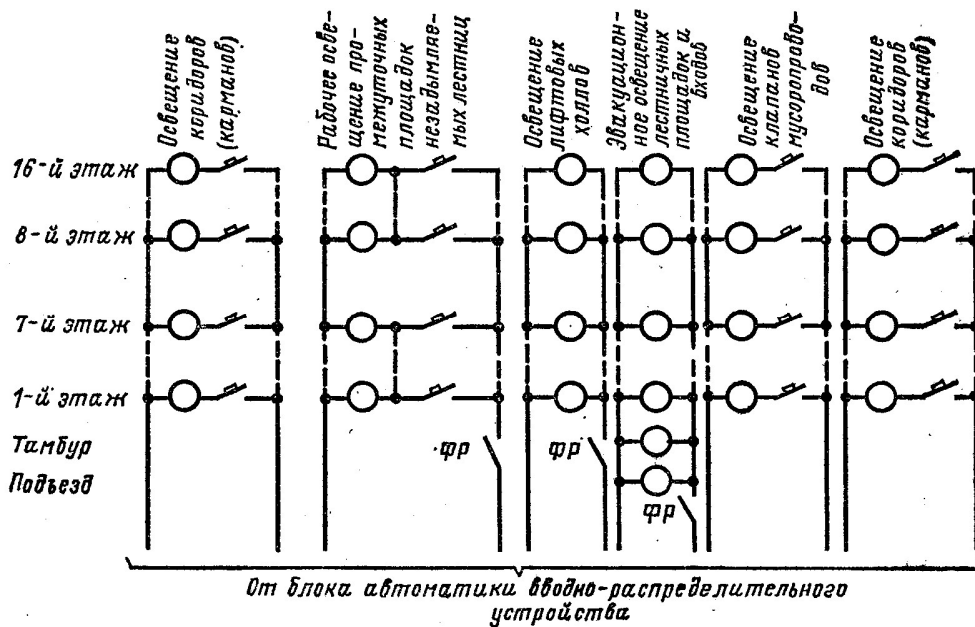


Рис. 2.27. - Схема керування сходовим освітленням за допомогою вимикача АВ-2

Ця схема має ряд недоліків, з яких відзначимо наступні: значну перевитрату проводів, установка додаткових апаратів захисту на ВРП, визначені незручності для мешканців, деяке подорожчання системи керування освітленням і її монтажу.

Міністерство житлово-комунального господарства України допускає при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні застосовувати схеми керування робочим освітленням без пристроїв короткочасного включення.

Широке застосування для будинків, що споруджуються у великих містах, знаходить система централізованого керування фотовимикачами, що включають освітлення на сходах, поповерхових коридорів із природним освітленням, входів у під'їзди з настанням темряви і відключають його зі світанком. Ця ж схема може бути використана для керування зовнішнім освітленням при установці світильників на фасадах будинків і, живленням від внутрішньої мережі будинку.

У будинках підвищеної поверховості (9, 10 поверхів і більш), у яких поряд з робочим сходовим освітленням є ще й евакуаційне, доцільно в нічні години, наприклад від години ночі до шести ранку, відключити частину освітлення. Для цієї мети в схему керування вводиться спеціальне програмне реле часу 2РВМ із годинковим механізмом, що дозволяє заощадити до 30 % електроенергії, що витрачається на освітлення сходів.

В останні роки, у зв'язку з впровадженням у великих містах об'єднаних диспетчерських служб (ОДС) широке застосування знаходять схеми централізованого дистанційного керування. На диспетчерському пункті установлюється фотовимикач, що у залежності від природної освітленості подає імпульс на включення або відключення освітлення сходових кліток, усіх будинків мікрорайону. Для передачі команд широко використовуються GSM канали.

При централізованому керуванні по фізичним лініям необхідно рахуватися з втратами напруги в лініях, тому що у великих мікрорайонах

відстань від диспетчерського пункту до самого віддаленого будинку може досягати 1-2 км і більш.

У таких випадках для надійного спрацювання реле, що випускаються серійно промисловістю, необхідно забезпечити рівень напруги на його котушці не менш 85 % номінального. Тому мережі дистанційного керування повинні бути розраховані з умови припустимої втрати напруги в розмірі 15 %.

Втрата напруги, %, у мережі дистанційного керування може визначатися за формулою

$$\Delta U = \frac{\alpha \cdot I_{p,k} \cdot R_l}{U_{ном}} 100, \quad (2.50)$$

де α – частка номінальної напруги котушки, яка необхідна для надійного спрацювання (звичайно $\alpha = 0,85$); $I_{p,k}$ – номінальний робочий струм котушки, А; R_l – опір лінії, Ом; $U_{ном}$ – номінальна напруга мережі, В.

Якщо мережа дистанційного керування виконується телефонним кабелем з мідними жилами діаметром 0,5 мм, а джерело живлення має напругу 48 В постійного струму і номінальна напруга котушки реле також 48 В, то втрата напруги може бути визначена за формулою

$$\Delta U = 337 \cdot I_{p,k} \cdot l, \quad (2.51)$$

де l – довжина лінії в один кінець, км.

Визначимо найбільшу довжину лінії при включенні реле МКУ-48 з котушкою опором $R_k = 4600 \text{ Ом}$.

Робочий струм котушки визначається з вираження

$$I_{p,k} = U / R_k = 48 / 4600 = 0,0104 \text{ А}.$$

Тоді максимальна довжина за формулою (2.51)

$$l = \Delta U / 337 \cdot I_{p,k} = 15 / 337 \cdot 0,0104 = 4,3 \text{ км}.$$

При дуже великих довжинах ланцюгів керування для компенсації втрати напруги застосовуються джерела живлення з підвищеною напругою. Тому що

для реле МКУ-48 допускається підвищення напруги тільки до 10 %, а для інших реле до 5 %, то необхідно для реле, розташованих близько від джерела живлення, знижувати надлишкову напругу шляхом включення послідовно з котушкою реле додаткового опору.

Додатковий опір може бути визначений за формулою

$$r_{\text{Д}} = U_{\text{ном}} / I_{\text{р,к}} - r_{\text{л}} - R_{\text{к}}, \quad (2.51)$$

де $r_{\text{Д}}$ – опір лінії. Для телефонного кабелю з мідною жилою діаметром 0,5 мм можна приймати опір лінії 95 Ом/км.

Якщо мережі керування виконуються на змінному струмі кабелями і проводами, індуктивним опором яких можна зневажити, то необхідний перетин проводів визначається за формулою

$$s = I_{\text{П}} \cdot \beta \cdot l, \quad (2.52)$$

де $I_{\text{П}}$ – пусковий струм котушки реле або контактора, А; β – коефіцієнт, значення якого залежить від напруги мережі, матеріалу провідника і коефіцієнта потужності котушки при пуску, а також від припустимої втрати напруги. Значення коефіцієнта β приймаються по табл. 2.32.

Для повітряних мереж керування, виконуваних мідними або алюмінієвими проводами, приходиться вважатися з індуктивним опором лінії. У тому випадку втрата напруги визначається за наступною формулою:

$$\Delta U = 100(1 - U_{\text{к}}) / I_{\text{п}} \gamma, \quad (2.53)$$

де $U_{\text{к}}$ – номінальна напруга котушки, В; γ – коефіцієнт, обумовлений формулою

$$\gamma = \sqrt{a l^2 + b \frac{U_{\text{к}} l}{I_{\text{П}}} (\cos \varphi + c \sin \varphi) + \left(\frac{U_{\text{ном}}}{I_{\text{П}}} \right)^2}, \quad (2.54)$$

де $U_{\text{ном}}$ – номінальна напруга джерела живлення, В; φ – кут зрушення фаз між напругою і струмом котушки при пуску; a, b, c – коефіцієнти, що залежать від матеріалу і перетину проводів, прийняті по табл. 2.33

Таблиця. 2.32 - Значення коефіцієнта β

cos φ котушки при пуску	Коефіцієнт β для проводів					
	мідних			алюмінієвих		
	127 В	220 В	380 В	127 В	220 В	380 В
1	1,57	0,91	0,52	2,6	1,51	0,86
0,95	1,47	0,86	0,49	2,44	1,43	0,81
0,9	1,43	0,83	0,475	2,37	1,38	0,79
0,85	1,36	0,79	0,45	2,26	1,31	0,75
0,8	1,3	0,75	0,43	2,16	1,24	0,71
0,75	1,24	0,72	0,41	2,06	1,19	0,68
0,7	1,17	0,68	0,39	1,94	1,13	0,65
0,65	1,1	0,64	0,37	1,83	1,06	0,61
0,6	1,04	0,6	0,345	1,73	1	0,57
0,55	0,99	0,57	0,33	1,64	0,95	0,55
0,5	0,93	0,54	0,31	1,55	0,9	0,52
0,45	0,89	0,51	0,3	1,48	0,85	0,5
0,4	0,83	0,48	0,275	1,38	0,8	0,46
0,35	0,78	0,45	0,26	1,29	0,75	0,43
0,3	0,72	0,415	0,24	1,19	0,69	0,4
0,25	0,665	0,385	0,22	1,1	0,64	0,365
0,2	0,62	0,535	0,205	1,03	0,59	0,34

Таблиця 2.33 - Коефіцієнти **a, b, c**

Матеріали і перетин проводів, мм	a	b	c
Мідні :			
2×6	38,2	12	0,132
2×10	13,7	7,3	0,211
2×16	5,8	4,6	0,312
Алюмінієві:			
2×16	15,5	7,7	0,187
2×25	6,6	5	0,162

Значення струмів, споживаних котушками контакторів, магнітних пускачів і реле, приводяться в каталогах.

2.4.3. Керування освітленням у суспільних будинках

Істотна економія електричної енергії може бути отримана при автоматизації керування освітленням деяких приміщень у лікарнях, поліклініках, школах, адміністративних і інших будинках.

Так, наприклад, у школах, особливо великих, доцільно, як вказувалося вище, відключати на час уроків частину освітлення рекреацій, коридорів і деяких інших приміщень, що знижує більш ніж на половину витрату електроенергії на їх освітлення.

На рис.2.28 представлена схема, зв'язана із системою дзвінкової сигналізації школи, що працює від електрогодинників. Для забезпечення правильного включення і вимикання освітлення, тобто для того щоб світло в рекреаціях погасав на час уроку і запалювався під час перерви, необхідно перший раз автоматичний вимикач F1 увімкнути під час уроку, завдяки чому перший імпульс надійде на котушку реле 1К. Надалі ніяких маніпуляцій з автоматичним вимикачем F1 робити не потрібно.

Реле 1К спрацює і своїм контактом 1КЗ у ланцюзі 1-7 замкне ланцюг живлення першої котушки реле 3К. Останнє спрацює та зафіксується в цьому положенні спеціальною пружиною і своїм контактом 3КЗ у ланцюзі 10-11 подасть напругу на котушку реле часу 1КТ, якщо замкнуті контакти програмного годинного реле часу 2КТ і фотовимикачі V. Налаштування реле 2КТ відбувається таким чином, що його контакт замикається на 30-40 хв до початку занять у школі і розмикається через деякий час після закінчення всіх занять. Контакт V замкнений при недостатній зовнішній освітленості. Реле часу 1КТ своїм контактом 1КТ1 у ланцюзі 1-12 увімкне ланцюг котушки магнітного пускача КМ, що у свою чергу увімкне освітлення (ланцюга А-13, У-14, З-15).

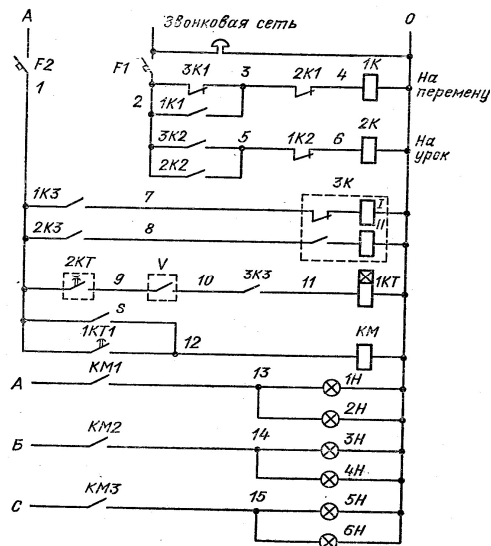


Рис. 2.28. - Схема автоматичного програмного керування освітленням рекреацій і коридорів у школах

Після закінчення перерви імпульс від дзвоника надходить уже на котушку реле 2К, тому що в ланцюзі 1К контакт реле 3К1 розімкнутий, а в ланцюзі котушки 2К контакт реле 3К2 замкнутий; контакт реле 2К3 у ланцюзі 1-8 замкнеться і подасть напругу на другу котушку реле 3К, що знову спрацює і буде зафіксований пружиною в новому положенні. Одночасно розімкнеться його контакт 3К3. Реле 1КТ із витримкою часу, необхідної для того, щоб всі учні встигли увійти в класи, знеструмить котушку КМ, і лампи освітлення Н згаснуть.

Після чергового дзвоника на перерву імпульс від дзвоника надійде знову на реле 1К, і процес повториться. Використання двохкотушкового реле (на схемі реле 3К) забезпечує нормальну роботу схеми без повторного настроювання при тимчасовому зникненні напруги. При ремонтних роботах мається можливість увімкнути освітлення в ручну за допомогою вимикача S.

Необхідно мати на увазі, що розглянута схема призначена тільки для керування робочим освітленням. Евакуаційне освітлення на період уроків не відключається і керується за допомогою фотовимикача.

Як показують розрахунки, первісні витрати на пристрій автоматичного керування швидко окупаються завдяки зниженню експлуатаційних витрат, незважаючи на деяке скорочення терміну служби ламп в наслідок більш частих включень і відключень.

2.5. Електробезпе́чність

2.5.1. Заземлення, занулення і захисне відключення

2.5.1.1. Загальні положення

Заземленням якої-небудь частини електроустановки називається навмисне з'єднання її з пристроєм, що заземлює. Пристрій, що заземлює, складається з заземлювачів і провідників, що заземлюють.

Заземлювач являє собою один або декілька металевих з'єднаних між собою провідників (електродів), що знаходяться в безпосереднім зіткненні з землею. *Провідники, що заземлюють* - металеві провідники, що з'єднують заземлювач із заземленими частинами електроустановки.

Захисне заземлення служить для запобігання від поразки струмом при дотику до металевих конструктивних частин електроустановок, що нормально не знаходиться під напругою, але здатної виявитися під ним внаслідок ушкодження ізоляції. Воно застосовується в мережах, що працюють з ізолюваною нейтраллю (наприклад, 6 або 10 кВ).

Якщо корпус (кожух) електрообладнання не заземлений, то при порушенні ізоляції однієї зі струмоведучих частин між незаземленим корпусом і землею з'явиться напруга. Отже, дотик людини до такого корпуса буде так само небезпечно, як і до неізолюваного провідника однієї фази.

Якщо корпус заземлений, то при ушкодженні ізоляції однієї з фаз через нього буде проходити струм I_z , обумовлений малим опором пристрою, що заземлює, R_z і значним опором ізоляції двох неушкоджених фаз. Значення напруги дотику нормується ДСТ.

В електроустановках до 1 кВ із глухим заземленням нейтралі джерел живлення (генераторів, трансформаторів) захисне заземлення виконується шляхом приєднання не струмоведучих частин електрообладнання до заземленого нульового проводу мережі. Така система називається зануленням. (рис.2.29).

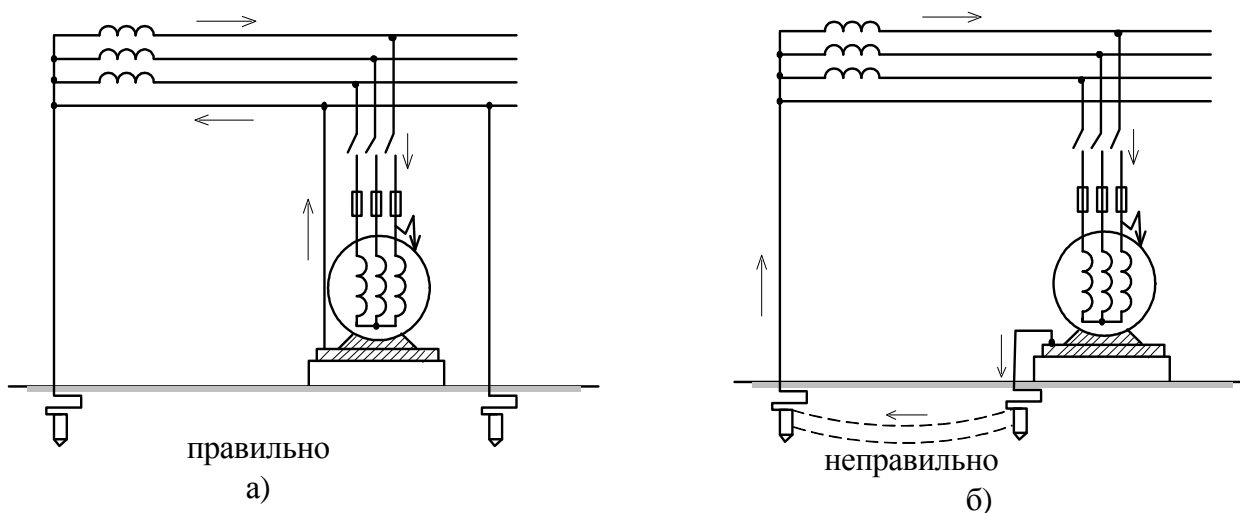


Рис.2.29. - Заземлення в електроустановках до 1 кВ із глухозаземлюючою нейтраллю:

- а– приєднання до нульового проводу мережі і занулення (правильно);
- б– застосування пристрою, що заземлює, (неправильно)

У цих установках (мережах) при замиканні однієї фази на корпус у результаті ушкодження ізоляції виникає однофазне КЗ (шлях струму показано на рис.2.29), у результаті якого ушкоджена частина установки (або ділянка мережі) відключається токовим захистом, чим і забезпечується безпека дотику.

Главою 1.7 ППЕ встановлено, що в приміщеннях з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних і в зовнішніх електроустановках захисне заземлення або занулення обов'язково у всіх випадках при напрузі перемінного струму вище 42 і постійного струму вище 110 В. У приміщеннях без підвищеної небезпеки заземлення потрібно при напрузі 380 В і вище перемінного струму і 440 В і вище постійного струму.

Заземленню (зануленню) підлягають усі металеві корпуси електродвигунів, пускової апаратури, електроінструменти, металеві труби електропроводок, коробка, лотки, металеві оболонки, броня і муфти кабелів, кабельні конструкції, кронштейни й інші металеві елементи кріплення електропроводок і т.ін. незважаючи на те що житлові будинки відносяться до приміщень без підвищеної небезпеки. Заземленню (зануленню) підлягають корпуса кухонних стаціонарних електроприладів потужністю 1,3 кВт і вище, таких, як посудомийні, автоматичні пральні машини, а також корпуса щитів,

щитків, світильників і сталеві труби. Короба, лотки електропроводок на сходових клітках, у технічних підпіллях і на горищах. Металеві оболонки і броня кабелів, як правило, повинні бути заземлені на початку і кінці траси.

Не підлягають заземленню арматура ізоляторів, відтягнення, кронштейни й освітлювальна арматура при установці їх на дерев'яних опорах, корпуса електроприймачів з подвійною ізоляцією (подвійною називається електрична ізоляція, що складається з робочої і додаткової ізоляції), знімні двері або двері, що відкриваються, на металевих заземлених шафах. У житлових кімнатах, а також у кухнях і вбиральнях квартир металеві корпуси стаціонарно встановленого освітлювального електрообладнання і переносних побутових електроприладів і машин потужністю до 1,3 кВт (праски, чайники, холодильники, швейні машини тощо) заземлювати (зануляти) не потрібно. У ванних кімнатах можуть застосовуватися прилади і машини, що мають подвійну ізоляцію, що заземлювати (зануляти) не потрібно. При використанні у ванних кімнатах машин і приладів з одинарною ізоляцією їхні металеві корпуси необхідно заземлювати (зануляти).

Корпуса сталевих або чавунних ванн з'єднуються за допомогою сталевий смуги з трубами водопроводу для вирівнювання потенціалів, що можуть з'явитися на корпусі ванни при ушкодженні схованих електропроводок, що знаходяться в конструкціях будинків.

У чотирьохпровідних мережах перемінного струму з глухозаземленою нейтраллю приєднання корпуса електроприймачів і інших частин електроустановок, що підлягають заземленню, до заземлювача без підключення до нульового захисного проводу не дозволяється, тому що при цьому не забезпечується безпека людей, оскільки при замиканні на корпус через два послідовних заземлення струм однофазного КЗ може виявитися недостатнім для спрацьовування захисту.

Опір пристрою, що заземлює, нейтралі генераторів і трансформаторів повинний бути в мережах 380/220 В не більш 4 Ом (цей опір повинен бути

забезпечений з урахуванням використання природних заземлювачів. Однак у всіх випадках опір штучного заземлення повинен бути при тій же напрузі не більш 30 Ом). Оскільки заземлення на підстанціях є загальним і для установок високої напруги, то в деяких випадках, визначених ППЕ, цей опір приходить приймати на підставі спеціального розрахунку в залежності від можливого значення струму замикання на землю в мережі вищої напруги.

2.5.1.2. Заземлення і занулення

Необхідно відзначити, що заземлення в будинках і спорудах є загальним як для всіх електротехнічних установок, так і для пристроїв автоматики. У якості заземлювачів, в першу чергу, використовувати так називані природні заземлювачі. До них відносяться водопровідні й інші металеві трубопроводи без антикорозійного покриття, за винятком трубопроводів з паливними рідинами або паливними і вибуховими газами, свинцеві оболонки кабелів, металеві конструкції й арматура залізобетонних будинків і споруджень, що мають з'єднання з землею, фундаменти, металеві шпунти, обсадні труби та ін. Алюмінієві оболонки кабелів і неізолювані алюмінієві провідники використовувати в якості заземлювачів не дозволяється.

У тих випадках, коли природні заземлювачі відсутні або їх опір перевищує необхідне значення, улаштовуються штучні заземлювачі, що складаються з відрізків кутової сталі (розмірами 50×50×4 мм) довжиною 2,5-3 м, некондиційних сталевих труб діаметром 50 мм тієї ж довжини з товщиною стінки не менш 3,5 мм, відрізків круглої сталі діаметром 12-14 мм, довжиною до 5 м і більш.

Зазначені відрізки (електроди) занурюються в ґрунт на відстані друг від друга приблизно 3 м і з'єднуються між собою сталевією смугою розміром звичайно 40×4 мм. Верхні кінці електродів повинні бути на глибині 0,6-0,7 м від поверхні. Сполучна смуга прокладається в траншеї глибиною 0,6-0,7 м. Всі з'єднання здійснюються зварюванням. Кількість електродів залежить від їх розмірів, питомого опору ґрунту, глибини промерзання і деяких інших факторів і визначається на підставі спеціального розрахунку.

У якості провідників що заземлюють і нульових захисних провідників в електроустановках до 1 кВ можуть бути використані металеві конструкції будинків (якщо забезпечується надійне з'єднання ланок усього ланцюга), сталеві труби електро-проводок, алюмінієві оболонки кабелів, металеві трубопроводи (крім трубопроводів з пальними і вибухонебезпечними сумішами, каналізації, центрального опалення), металеві кожухи шинопроводів, металеві короби і лотки, нульові робочі проводи електричної мережі. Не дозволяється використовувати в якості провідників що заземлюють і нульових захисних провідників металеві оболонки трубчастих проводів і свинцеві оболонки кабелів (АТПРФ, АСРГ тощо).

В електроустановках до 1 кВ із глухим заземленням нейтралі нульові захисні провідники повинні бути обрані таким чином, щоб при однофазному замиканні на корпус або на нульовий провідник відбувалося швидке відключення захистом дефектної ділянки. Правила пристрою електроустановок вимагають, щоб при цьому струм однофазного КЗ у найбільш віддаленій точці ланцюга перевищував не менш чим у 3 рази номінальний струм плавкої вставки найближчого запобіжника або номінальний струм комбінованого або теплового розцеплювача автоматичного вимикача.

У повітряних мережах змінного струму занулення здійснюється за допомогою нульового проводу, прокладеного на тих же опорах лінії, що і фазні проводи. На кінцях повітряних ліній (або відводів) довжиною більш 200 м, а також на введеннях у будинки, електроустановки яких підлягають зануленню, повинні виконуватися повторні заземлення нульового проводу загальним опором у мережах 380/220 В не більш 10 Ом. При цьому опір кожного з повторних заземлень повинний бути не більш 30 Ом.

Для повторного заземлення треба в першу чергу використовувати природні заземлювачі. Повторні заземлення підвищують умови безпеки, особливо при обривах нульового проводу. У повітряних лініях довжиною до 200 м і кабельних мережах будь-якої довжини повторні заземлення не потрібні, тому що в них обрив нульової жили малоймовірний. У житлових будинках з електроплитами в квартирах повторні заземлення виконуються і при кабельних вводах.

2.5.1.3. Розрахунки заземлювачів

Опір, який протидіє струму в землі на ділянці ґрунту від заземлювача до точок з нульовим потенціалом називають опором розтіканню струму.

Опір розтіканню заземлювача визначається як відношення напруги між заземлювачем та точками землі з нульовим потенціалом U_z , (В), до струму замикання I_z , (А):

$$R_z = U_z / I_z. \quad (2.55)$$

Оскільки людина практично не може одночасно торкатися заземленого корпусу обладнання або провідників, що заземлюють, (їх опором, як незначним, зневажають) і точки на ґрунті з нульовим потенціалом, що знаходиться на відстані близько 20 м, то напруга дотику U_{dot} завжди менш ніж U_z . Якби навіть такий дотик виявився можливим, то й у цьому випадку завдяки опоріві взуття й одягу напруга, під яким виявилася людина, завжди було б менше U_z :

$$U_{dot} = K_{dot} I_z, \quad (2.56)$$

де, K_{dot} - коефіцієнт дотику, що має значення менше одиниці.

Між двома точками поверхні землі на ділянці розтікання струму також має місце різниця потенціалів. Людина, проходячи по ділянці розтікання, зробивши крок, умовно прийнятий 0,8 м, попадає під деяку різницю потенціалів, що зветься кроковою напругою (U_k). При цьому через тіло людини (в основному через ноги) протікає струм поразки, що може досягати значень, небезпечних для людини.

Криві на рис.2.30 ілюструють розтікання струму в землі і показують значення напруг дотику і кроку. З рис.2.30 видно, що в міру віддалення від заземлювача крокова напруга зменшується. Зниження напруги дотику і крокової напруги досягається зменшенням опору заземлювача, а отже, і струму, що протікає через тіло людини. В установках напругою вище 1 кВ застосовуються замкнуті контури заземлювачів, що складаються з одного або

декількох рядів сталевих стержнів, забитих у землю, з'єднаних на зварюванні сталевій смуги і розташованих в межах об'єкта, що захищається. Таким чином, вирівнюються потенціали суміжних точок поверхні. Вище були зазначені опори розтіканню в електроустановках напругою до 1 кВ. Тут відзначимо необхідні опори розтіканню в електроустановках напругою вище 1 кВ.

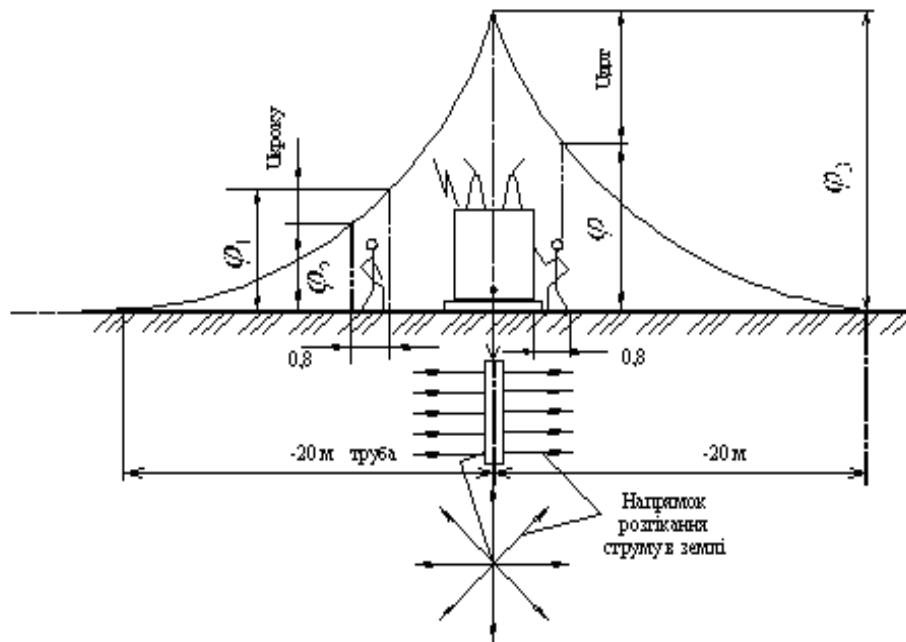


Рис. 2.30. - Криві розподілу потенціалу в залежності від відстані до заземлювача

Так, в установках з великими струмами замикання на землю (вище 500 А) опір розтіканню пристрою, що заземлює, повинен бути не більш 0,5 Ом. У мережах з малими струмами замикання на землю (6, 10, 20 кВ) значення опору розтіканню повинно бути не більш:

а) при загальному пристрої, що заземлює, для установок напругою до 1 кВ і більш

$$R_z \leq \frac{125}{I_z}; \quad (2.57)$$

б) при використанні пристрою, що заземлює, тільки для установок напругою вище 1кВ

$$R_z < \frac{250}{I_z}, \quad (2.58)$$

де I_3 - розрахунковий струм однофазного замкнення на землю; R_3 не повинне бути більше 10 Ом.

Значення I_3 звичайно задаються енергопостачальними організаціями при видачі технічних умов на приєднання до їхніх мереж. Наближене значення розрахункового струму I_3 може бути визначене з наступних виражень:

для кабельної мережі

$$I_3 = \frac{Ul}{10}; \quad (2.59)$$

для повітряної мережі

$$I_3 = \frac{Ul}{350}, \quad (2.60)$$

де U - напруга мережі, кВ; l - загальна довжина мережі, км.

Як вже було сказано, для заземлення використовуються природні і штучні заземлювачі.

Опір розтіканню струму заземлення в першу чергу залежить від питомого опору ґрунту ρ , приведенного в табл.2.34. Найбільше зручно і економічно в якості природних заземлювачів використовувати залізобетонні фундаменти і конструкції будинків і споруджень.

Таблиця 2.34 - Питомий опір ґрунту

Ґрунт	Питомий опір ρ , Ом·м	Ґрунт	Питомий опір ρ , Ом·м
Пісок при глибині залягання вод менш 5 м		Садова земля	40
Те ж 6 і 10 м	500	Чорнозем	50
Сумесь водонасичена (текуча)	1000	Кокс	3
Те ж волога (пластинчаста)	40	Граніт	1100
Те ж слабоволога (тверда)	150	Кам'яне вугілля	130
Глина пластинчаста	300	Крейда	60
Те ж напівтверда	20	Суглинок вологий	30
	60	Суглинок	100
		Мергель глинистий	50
		Торф	20
		Вапняк пористий	180

Опір розтіканню струму залізобетонних фундаментів R_ϕ можна визначати за формулою, Ом,

$$R_{\phi} = \rho (0,5 / \sqrt{S_{\phi}}) , \quad (2.61)$$

де ρ - питомий електричний опір ґрунту, Ом·м; S_{ϕ} - площа, обмежена периметром будинку на рівні денної поверхні землі, m^2 .

Сталеві водопровідні труби без антикорозійного покриття зі звареними стиками і свинцеві оболонки кабелів (якщо вони маютьсЯ) теж слід використовувати в якості природних заземлювачів. Кабелі з алюмінієвою оболонкою використовувати в якості природних заземлювачів. Кабелі з алюмінієвою оболонкою використовувати в якості заземлювача не дозволяється.

Для попередніх розрахунків можна користуватися даними про опір розтіканню водопровідних труб, приведеними в табл.2.35 для $\rho = 100$ Ом·м та в табл.2.36 для кабелів.

Таблиця 2.35 - Опір розтіканню струму металевих трубопроводів, прокладених на глибині 2 м при $\rho = 100$ Ом·м

Довжина підземної ділянки, м	Опір розтіканню, Ом, при діаметрі труб, мм		
	60	100	150
100	0,35	0,28	0,23
500	0,29	0,24	0,19
1000	0,25	0,2	0,17
2000	0,2	0,17	0,15

Таблиця 2.36 - Опір розтіканню струму свинцевих оболонок кабелів при $\rho = 100$ Ом·м, покладених на глибині 0,7 м

Довжина підземної ділянки, м	Опір розтіканню, Ом, при перетині кабелю, mm^2		
	16-35	50-95	120 і вище
50	2,1	1,6	1,2
100	2	1,5	1,1
200	1,8	1,4	1
500	1,4	1,1	0,8
1000	1,2	0,9	0,7

Значення питомого опору, прийняті по табл. 2.34, необхідно множити на коефіцієнт сезонності (промерзання і зволоження), приведений у табл. 2.37 і залежний від кліматичної зони, де споруджується об'єкт.

Таблиця 2.37 - Значення коефіцієнтів сезонності

Кліматична зона	Коефіцієнт сезонності для заземлювача		Кліматична зона	Коефіцієнт сезонності для заземлювача	
	Протяжного K_{Π}	Стержньового K_C		Протяжного K_{Π}	Стержньового K_C
I	7	2	III	2	1,4
II	4	1,7	IV	1,5	1,2

Якщо оболонки кабелів є єдиним заземлювачем і в траншеї прокладено кілька кабелів (їх повинно бути не менше двох), то загальний опір розтіканню з врахуванням їх взаємного екранування:

$$R_{з,к} = \frac{R_{о,к}}{n_k}, \quad (2.62)$$

де $R_{о,к}$ – опір розтіканню струму оболонки одного кабелю; n_k – число кабелів в одній траншеї.

У тих випадках, коли опір розтіканню природних заземлювачів перевищує необхідне ППЕ, необхідно створити додатково штучне заземлення з опором, рівним:

$$R_{шт,з} \leq \frac{R_{прир,з} R_{з,н}}{R_{прир,з} - R_{з,н}}, \quad (2.63)$$

де $R_{з,н}$ – значення нормованого опору розтіканню, Ом.

У тих випадках, коли елементи заземлення занурюються в ґрунт нижче глибини промерзання, коефіцієнт сезонності не вводиться і ρ приймається по табл.2.34 без змін.

Опір розтіканню струму неізолюваного сталевго трубопроводу $R_{с,мп}$ – можна (поряд з показниками табл.2.35) визначати за формулою

$$R_{с,мп} = \frac{0,16\rho}{l} \ln \frac{l^2}{hd}, \quad (2.64)$$

Опір обсадної труби $R_{о,с}$ свердловини дорівнює

$$R_{о,с} = \frac{0,16\rho}{l} \ln \frac{4l}{d}, \quad (2.65)$$

де l - довжина труби, м, але не більш 200 м; h - глибина закладення труби від поверхні землі, м; d - діаметр труби, м.

Формули для визначення опору розтіканню одиночних заземлювачів (електродів) приведені в табл.2.38

Таблиця 2.38 - Опор одиночних заземлювачів, Ом

Вид заземлювача	Розрахункова формула
Вертикальний електрод із круглої сталі або труби	$R = \frac{0,16\rho}{l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4h+1}{4h-1} \right)$
Вертикальний електрод з кутової сталі	$R = \frac{0,16\rho}{l} \left(\ln \frac{2l}{0,95b} + \frac{1}{2} \ln \frac{4h+1}{4h-1} \right)$
Горизонтальний електрод зі смугової сталі	$R_{c,mp} = \frac{0,16\rho}{l} \ln \frac{2l^2}{hb}$
Горизонтальний електрод із круглої сталі	$R_{c,mp} = \frac{0,16\rho}{l} \ln \frac{2l^2}{hd}$

Примітка. Умовні позначки: l - довжина електрода, м; d - зовнішній діаметр електрода, м; h - глибина закладення від поверхні землі (для вертикального електрода - відстань від поверхні землі до середини електрода), м; b - ширина смугового електрода (для кутової сталі – ширина полки), м.

Штучні заземлювачі, як правило, улаштовуються з декількох електродів (іноді з досить значної їх кількості), з'єднаних сталевую смугою. У цьому випадку приходиться враховувати вплив взаємоекранування стержньових і протяжних заземлювачів, що як би підвищують опір розтіканню струму. Ця обставина враховується введенням у розрахункові формули коефіцієнтів використання, що залежать від кількості стержньових електродів і їх розташування.

Задавши попередньою довжиною протяжного заземлювача, визначають його опір:

$$R_{\Pi} = \frac{R'_{\Pi}}{\eta_{\Pi}}. \quad (2.66)$$

Далі визначається необхідний загальний опір R_{cm} вертикальних електродів (стержнів):

$$R_{cm} = \frac{R_{\Pi} R_{um,z}}{R_{\Pi} - R_{um,z}} . \quad (2.67)$$

Потім визначається необхідна кількість стержнів:

$$n_{cm} = \frac{R_{cm}}{R_{c,o} \eta_{cm}} , \quad (2.68)$$

де n_{cm} - кількість стержнів; $R_{c,o}$ - опір одиночного електрода; η_{cm} , η_{Π} - коефіцієнти використання стержньових і протяжних заземлювачів (табл. 2.39 і 2.40)

Таблиця 2.39 - Коефіцієнти використання стрижневих і протяжних заземлювачів при їх розміщенні в ряд

Кількість стержнів	Відношення відстані між стержнями до їх довжини					
	1		2		3	
	$\eta_{сер}$	η_{Π}	η_{cm}	η_{Π}	η_{cm}	η_{Π}
3	0,78	0,8	0,86	0,92	0,91	0,95
4	0,74	0,77	0,83	0,89	0,88	0,92
5	0,7	0,74	0,81	0,86	0,87	0,9
6	0,63	0,71	0,77	0,83	0,83	0,88
10	0,59	0,62	0,75	0,75	0,81	0,82
15	0,54	0,5	0,7	0,64	0,78	0,74
20	0,49	0,42	0,68	0,56	0,77	0,68
30	0,43	0,31	0,65	0,46	0,75	0,58

Примітка: При збільшенні відстані між стержнями коефіцієнти використання зростають, що пояснюють зменшенням взаємоекранування

Таблиця 2.40 - Коефіцієнти використання стрижневих і протяжних заземлювачів при їх розміщенні їх по периметрі замкнутого контуру

Кількість стержнів	Відношення відстані між стержнями до їх довжини					
	1		2		3	
	η_{cm}	η_{Π}	η_{cm}	η_{Π}	η_{cm}	η_{Π}
4	0,69	0,45	0,78	0,55	0,85	0,7
6	0,62	0,40	0,73	0,48	0,8	0,64
7	0,58	0,36	0,71	0,43	0,78	0,6
10	0,55	0,34	0,69	0,4	0,76	0,56
20	0,47	0,27	0,64	0,32	0,71	0,45
30	0,43	0,24	0,6	0,3	0,68	0,41
50	0,4	0,21	0,56	0,28	0,66	0,37
70	0,38	0,2	0,54	0,25	0,64	0,35
100	0,35	0,19	0,52	0,24	0,62	0,33

Якщо число стержнів сильно відрізняється від прийнятого попередньо, то розрахунок варто повторити.

2.5.1.4. Глибинні заземлювачі

У реальних умовах земля має багат шарову будову, однак для практичних розрахунків досить представити ґрунт у виді двошарової структури. У багатьох випадках питомий опір нижнього шару ρ_2 менше ρ_1 верхнього шару, тому доцільно використовувати заглибленні (5-10 м) і глибинні (понад 10 м) заземлювачі, що забезпечує істотну економію коштів. Опір розтіканню $R_{г,3}$ такого вертикального заземлювача, Ом, можна визначати за формулою

$$R_{г,3} = \frac{0,16}{\frac{h}{\rho_{11}} + (l-h)\frac{1}{\rho_2}} \ln \frac{4l}{d}, \quad (2.69)$$

де h - глибина верхнього шару, м; l - довжина заземлювача, м; d - діаметр заземлювача, м.

Побудова такого заземлювача здійснюється за допомогою бурової установки.

У деяких складних випадках при досить великих значеннях ρ прибігають до штучного зниження опору розтіканню за допомогою спеціальних електrolітів, якими просочується ґрунт навколо заземлювача.

Ці питання викладені в спеціальній технічній літературі.

2.5.1.5. Занулення

Система занулення повинна насамперед забезпечити швидке відключення електроустановки при однофазному замиканні на найбільш віддаленій ділянці електричного ланцюга. Для цієї мети повинний бути виконаний розрахунок струму однофазного КЗ.

З метою забезпечення надійності і механічної міцності пристроїв заземлення і занулення ППЕ встановлені найменші розміри що заземлюють і нульових захисних провідників, приведені в табл. 2.41.

Таблиця 2.41 - Найменші розміри заземлюючих та нульових захисних провідників

Найменування	мідь	Алюміній	сталь		
			У будинках	у зовнішніх установках	у землі
Неізолювані провідники:					
Перетин, мм ²	4	6	-	-	-
Діаметр, мм	-	-	5	6	10
Ізолювані проводи перетином, мм ²	1,5*	2,5	-	-	-
заземлюючі і нульові жили кабелів і багатожильних проводів у загальній захисній оболонці з фазними жилами перетином, мм ²	1	2,5	-	-	-
Кутова сталь, товщина полки, мм	-	-	2	2,5	4
Смугова сталь:					
Перетин, мм ²	-	-	24	48	48
товщина, мм	-	-	3	4	4
Водогазопровідні труби (сталеві), товщина стінки, мм	-	-	2,5	2,5	4
Тонкостінні труби (сталеві), товщина стінки, мм	-	-	1,5	2,5	Не допускаються

* при прокладці ізолюваних проводів у трубах допускається перетин 1 мм², якщо фазні проводи мають той же перетин.

2.5.2. Захисне відключення і розділові трансформатори

Захисне заземлення і занулення не завжди забезпечують необхідні умови безпеки людей, що стикаються з електроустановками, тому що навіть при струмі однофазного КЗ, що перевищує в 3 рази номінальний струм плавкої вставки запобіжника або розцеплювача автоматичного вимикача, спрацювання захисту відбувається з деякою витримкою часу (іноді в кілька хвилин). У цих випадках доцільно, особливо в приміщеннях з підвищеною небезпекою, додатково до занулення застосовувати захисне відключення.

2.5.2.1. Апарати захисного відключення являють собою автоматичні вимикачі, постачені пристроями, що реагують на струм витоку. Основною частиною пристрою захисного відключення є диференціальний трансформатор струму, первинною обмоткою якого служать проводи мережі, що захищається. До вторинної обмотки приєднується схема, що безпосередньо впливає на механізм відключення вимикача.

Існує велика розмаїтість видів пристроїв захисного відключення. Найбільш розробленими є пристрої високої чутливості, що реагують не тільки на глухе, але і на неповне замикання на землю. Такі пристрої при правильно обраних уставках струмів витоку (близько 30 мА) мають велику швидкодію і захищають навіть при однополюсному дотику і струмоведучих частинах.

Функції пристроїв захисного відключення зводяться до наступного: а) захист від глухого замикання на землю; б) захист від неповного замикання на землю; в) автоматичний постійний контроль стану ізоляції мережі і ланцюгів заземлення (занулення); г) самоконтроль.

Найбільш прості апарати захисного відключення спрацьовують при замиканні на землю з часом відключення 0,1-0,2 с і забезпечують безпеку тільки при дотику до заземлених не струмоведучих частин, які з'явилися під напругою.

Дія пристроїв захисного відключення засноване на тім, що через диференціальний трансформатор струму пропускають усі проводи лінії, що захищається, включаючи нульовий провід, завдяки чому геометрична сума струмів дорівнює нулеві навіть при несиметричному навантаженні фаз. При такій рівновазі струмів пристрій не спрацьовує. При замиканні однієї фази на корпус виникає струм витоку, що не проходить через диференціальний трансформатор струму. Виниклий при цьому в диференціальному трансформаторі струм небалансу викликає спрацьовування пристрою захисного відключення.

Уставка на струм витоку повинна бути більше природних струмів витоку електроприймачів, що приєднуються до мережі, що захищається, в противному випадку можуть виникати помилкові відключення. Разом з тим загробіння уставок струмів витоку знижує надійність захисту від поразки електричним струмом.

2.5.2.2. Застосування розділових трансформаторів

Понижуючі трансформатори з вторинною напругою не більш 42 В і заземленою вторинною обмоткою не забезпечують необхідної безпеки у випадку порушення ізоляції між обмотками. У цьому випадку у вторинний ланцюг переходить напруга первинного ланцюга і людина може виявитися під потенціалом, небезпечним для життя.

Цього недоліку можна уникнути, застосовуючи так звані розділові трансформатори. Ці трансформатори мають підвищену ізоляцію, завдяки чому в значній мірі знижується можливість переходу напруги первинної обмотки у вторинну. Розділові трансформатори не обов'язково повинні бути понижуючими, однак вторинна напруга не повинна бути більше 380 В.

Прагнення до створення найбільших зручностей привело до установки у ванних кімнатах квартир, готелів і гуртожитків штепсельних розеток для включення в них деяких побутових електроприймачів, що споживають невелику потужність. До таким електроприймачів відносяться електробритви,

вібраційні прилади для масажу і т.п. Однак установка штепсельної розетки у ванній кімнаті з приєднанням її безпосередньо до мережі квартири становить безумовну небезпеку для людей і ППЕ це забороняє. Справа в тім, що в умовах ванної кімнати (звичайно вкрай тісне приміщення, у якому мають заземлені металеві частини – крани, труби, ванна і т.п.), несправність ізоляції електроприймача або штепсельної розетки може привести до важких травм. Штепсельна розетка у ванній кімнаті повинна включатися тільки через розділовий трансформатор, завдяки чому побутовий електроприймач ізолюється від загальної мережі квартири, тобто виключаються умови, що викликають підвищену небезпеку.

Вторинну обмотку розділового трансформатора і електроприймач, підключений до нього, заземлювати заборонено.

При відсутності заземлення дотик до частин, що знаходиться під напругою, або до корпусу з ушкодженою ізоляцією не створює небезпеки, тому що вторинна мережа розділового трансформатора коротка і струми витoku в ній при справній ізоляції невеликі. Якщо при цьому виникає ушкодження ізоляції і на іншій фазі вторинного ланцюга (подвійне замикання), то на корпусі електроприймача з'явиться напруга відносно землі, що в несприятливих випадках (наприклад, підлога що проводить у ванній кімнаті) може виявитися небезпечним. Щоб зменшити імовірність появи подвійних замикань, до розділового трансформатора не слід приєднувати більш однієї розетки. Крім того, самі розділові трансформатори повинні мати високий рівень ізоляції, що досягається спеціальним виконанням.

2.6. Облік електричної енергії

Облік електроенергії варто здійснювати відповідно до вимог гл. 1.5 ППЕ, розд. 2.7 ДНАОП 0.00-1.32, „Правила користування електричною енергією” [14] і додатковими вимогами цього розділу.

Засоби обліку електроенергії й інших вимірювальних приладів, установлені в приміщеннях об'єктів цивільного призначення не повинні створювати шум вище 30 дБ.

Розрахункові засоби обліку електричної енергії варто встановлювати на границях експлуатаційної відповідальності між споживачами й електропостачальною організацією: на вводах ВРП, ГРЩ і на вводах нижчої напруги силових трансформаторів ТП, потужність яких повністю використовується споживачами будинків, а також на вводах у квартири житлових будинків.

При живленні від загального вводу декількох споживачів, які мають різне адміністративно-господарське підпорядкування, допускається установка одного загального розрахункового засобу обліку у основного споживача й розрахункових засобів обліку у субспоживачів.

Лінії живлення від загального вводу до вводів субспоживачів повинні бути захищені від механічних ушкоджень, а спосіб прокладки повинен забезпечувати їх змінюваність.

Для споживачів приміщень суспільного призначення, вбудованих у житлові будинки або прибудованих до них, розрахункові засоби обліку варто встановлювати на вводах кожного з них незалежно від джерела живлення – у ВРП житлового будинку або ВРП одного зі споживачів.

У житлових будинках (садівничих суспільствах) варто встановлювати один засіб обліку на кожну квартиру (садовий будиночок на ділянці). Він може бути однофазним або трифазним відповідно до прийнятій кількості фаз на

вводах у квартиру або будинок.

Засоби обліку електроенергії, споживаної індивідуальними будинками, котеджами рекомендується розташовувати ззовні будинку в місцях, що забезпечують безперешкодний доступ до них персоналу електропостачальної організації. Засоби обліку, об'єднані в автоматизовані системи комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ), допускається встановлювати на ВРП всередині будинку.

У гуртожитках варто передбачати централізований облік витрати електроенергії засобами обліку, установленими на вводах у будинки. Для можливості розрахунків за спожиту електроенергію по диференційованих тарифах у проектах повинні бути наведені дані про встановлену потужність і розрахункове навантаження електричних плит, освітлення житлових кімнат, освітлення приміщень загального призначення, ліфтів й інших загальбудинкових споживачів (окремо силових і освітлення).

У гуртожитках квартирної типу крім загального обліку варто передбачати засоби контрольного обліку електроенергії, споживаною кожною квартирою.

На вводах підприємств й організацій суспільного призначення, що вбудовують у гуртожитки, повинні встановлюватися розрахункові засоби обліку.

Перед засобом обліку, безпосередньо включеним у мережу, на відстані не більше чим 10 м по довжині проводки для безпечної заміни лічильника повинен бути встановлений комутаційний апарат або запобіжник, що дозволяє зняти напругу із всіх фаз. Дана вимога не поширюється на розрахункові засоби обліку, розташовані безпосередньо у квартирах. У цих випадках комутаційні апарати для зняття напруги із засобів обліку повинні розташовуватися за межами квартир.

У житлових будинках дозволяється установка загального апарата для всіх

засобів обліку, установлених у шафі, розрахованої на навантаження приєднаних квартир.

Після засобу обліку, включеного безпосередньо в живильну мережу, повинен бути встановлений апарат захисту можливо ближче до засобу обліку, але не далі чим 10 м по довжині електропроводки. Якщо після засобу обліку відходить кілька ліній, постачених апаратами захисту, установка загального апарата захисту не потрібно.

На вводах у будинки, якщо це визнається доцільним за умовами експлуатації, дозволяється встановлювати амперметри й вольтметр для контролю струму й напруги в кожній фазі з урахуванням вимог глави 1.5 ППЕ. Якщо на вводах стоять електронні засоби обліку, то вони повинні забезпечувати функцію контролю струму й напруги в кожній фазі.

При використанні вимірювальних трансформаторів відповідно до глави 1.5 ППЕ під розрахунковими засобами обліку повинні встановлюватися іспитові колодки (клемники).

Засоби обліку житлових будинків (мікрорайонів), суспільних будинків й їх комплексів рекомендується поєднувати в АСКОЕ.

Першочергове створення АСКОЕ рекомендується для нового житлово-комунального будівництва з використанням багатотарифних електронних засобів обліку, у тому числі з функцією оплати електронними платіжними засобами, систем збору й передачі інформації.

На існуючих будинках (комплексах), де встановлені індукційні засоби обліку, необхідно оцінювати можливість:

а) модернізації їх для приведення імпульсного входу засобу обліку до стандартного типу, необхідного для створення АСКОЕ;

б) заміни індукційного засобу обліку на новий електронний, котрий

відповідає вимогам побудови АСКОЕ.

АСКОЕ повинна забезпечувати:

а) безперервний облік (із заданою періодичністю) споживання електроенергії в кожній точці підключення й передачу даних про споживання до відповідного вузла збору й обробки інформації системи АСКОЕ;

б) контроль балансу споживання електроенергії на різних рівнях і ділянках мережі за допомогою групових засобів обліку, встановлених у вузлових пунктах мережі;

в) оперативний автоматичний контроль процесу споживання електроенергії, оплати її й технічного стану системи, виявлення аварійних ситуацій і порушень у споживанні електроенергії, а також випадків її розкрадання за допомогою портативних апаратно-програмних засобів;

г) можливість дистанційного регулювання процесу електроспоживання по команді із центра живлення;

д) можливість оплати за спожиту електроенергію електронними платіжними засобами;

е) підготовку даних для розрахунків оплати (передоплати) за спожиту (передплачену) електроенергію з урахуванням добових тарифних зон і коефіцієнтів;

ж) підготовку підсумкових звітів збуту й оплати електроенергії за певні періоди;

з) можливість оперативної параметризації засобів обліку за допомогою портативних апаратно-програмних засобів.

Застосовувані системи АСКОЕ повинні передбачати можливість використання їх для інтегрованої системи обліку енергоносіїв (електроенергії, тепла, газу, води) на відповідних об'єктах.

2.7. Захисні міри електробезпеки

Забезпечення безпеки й захист від поразки електричним струмом необхідно виконувати відповідно до вимог ДСТУ 30331.3, а також вимогам глави 1.7 ППЕ до електроустановок напругою до 1 кВ із глухозаземленою нейтраллю в тій мірі, у якій вони не змінені дійсним розділом.

На всіх об'єктах цивільного призначення необхідно виконувати захисне заземлення (занулення) електроустаткування:

а) при номінальній напрузі вище чим 50 В змінного струму (середньоквадратичне значення) і вище 120 В постійного (випрямленого) струму – у всіх електроустановках;

б) при номінальній напрузі вище чим 25 В змінного струму (середньоквадратичне значення) і вище чим 60 В постійного (випрямленого) струму – тільки в приміщеннях з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних і зовнішніх електроустановках;

в) при номінальній напрузі до 25 В змінного струму (діюче значення) і до 60 В постійного (випрямленого) струму – тільки у вибухонебезпечних зонах й електрозварювальних установках.

2.8. Захист внутрішніх електричних мереж

Захист електричних мереж напругою до 1 кВ на всіх об'єктах цивільного призначення повинен виконуватися відповідно до гл. 3.1 ППЕ.

Мережі живлення від підстанцій до ВРП, ГРЩ повинні бути захищені тільки від струмів КЗ (захист від перевантаження не потрібно).

ВРП, ГРЩ, РП повинні перевірятися по режиму КЗ відповідно до гл. 1.4 ППЕ.

У лініях живлення електроприймачів I категорії надійності електропостачання по режиму КЗ повинні також перевірятися апарати захисту. При цьому автоматичні вимикачі вважаються стійкими до струмів КЗ, якщо вони задовольняють вимогам одноразової граничної комутаційної здатності.

Розрахунок струмів КЗ необхідно виконувати відповідно до ДСТУ 28249, виходячи з умови, що підведена до трансформатора напруга незмінна й рівняється номінальному значенню. Варто враховувати активні й індуктивні опори всіх елементів короткозамкненого ланцюга, а також всі перехідні опори, включаючи опір дуги в місці КЗ.

Значення ударного коефіцієнта для визначення ударного струму КЗ можна приймати на шинах 0,4 кВ трансформаторних підстанцій – 1,1, в інших точках мережі – 1,0.

Внутрішні мережі освітлення й мережі штепсельних розеток об'єктів цивільного призначення, а також силові мережі, у яких за умовами технологічного процесу або по режиму роботи мережі може виникати тривале перевантаження провідників, крім захисту від струмів КЗ повинні бути захищені від перевантаження. Для цих цілей слід застосовувати автоматичні вимикачі, які мають комбінований розцеплювач із назад залежної I струму характеристикою, оскільки запобіжники уступають таким автоматичним вимикачам у частині захисту від перевантажень.

Автоматичні вимикачі, що мають тільки розцеплювач миттєвої дії (відсічка) у мережах, які повинні бути захищені від перевантажень, застосовувати не дозволяється.

Вставки апаратів захисту повинні прийматися з урахуванням максимального навантаження лінії, пускових струмів при включенні потужних ламп розжарення й ламп ГЛВТ, а для взаєморезервованих ліній - з врахуванням їх післяаварійного навантаження напруги в найбільш віддаленого споживача, відповідно вставкам апаратів захисту, електромеханічним навантаженням, які можуть мати місце внаслідок струмів КЗ, механічним навантаженням, які можуть випробовувати провідники, вимогам економічності.

У житлових приміщеннях мідні провідники повинні мати перетин не менше зазначеного в табл.2.42.

Таблиця 2.42

Найменування лінії	Мінімальний перетин кабелів і проводів з мідними жилами, мм
Лінії групових мереж	1,5
Лінії від поверхових до квартирних щитків і до розрахункового лічильника	2,5
Лінії розподільної мережі (стояки) для живлення квартир і кімнат гуртожитків	4,0

Однофазні трьохпровідні лінії, а також трифазні чотири - і п'ятипровідні лінії, що живлять однофазні навантаження, повинні мати перетин PN-провідників який рівняється перетину фазних провідників.

У багатофазних ланцюгах при перетині фазних провідників понад 16 мм^2 по міді й 25 мм^2 по алюмінію PN-провідник може мати менший в порівнянні з фазним провідником перетин, але не менш чим 50 % перетину фазних провідників і не менш чим 16 мм^2 по міді й 25 мм^2 по алюмінію, при одночасному виконанні наступних умов:

а) навантаження в мережі при її нормальній експлуатації повинно розподілятися між фазами практично рівномірно;

б) очікуваний максимальний струм, включаючи гармоніки при їхній наявності, у PN-провіднику при нормальній експлуатації не перевищує величини припустимого навантаження по струму для зменшеного перетину PN-провідника;

в) передбачений контроль струму КЗ у РN-провіднику з подачею команди на відключення фазних провідників. При цьому відключення РN-провідника є обов'язковим. Однак не потрібно виконувати контроль струму КЗ у РN-провіднику, якщо передбачено його одночасне відключення разом з фазними провідниками загальним автоматичним вимикачем і при цьому очікуваний максимальний струм РN-провідника в нормальному режимі значно менше його припустимого.

У багатофазних ланцюгах перетин РN-провідників ліній з люмінесцентними лампами, лампами ГЛВТ при одночасному відключенні всіх фазних провідників автоматичними й неавтоматичними вимикачами необхідно вибирати:

а) для ділянок мережі, по яких протікає струм від ламп із компенсованими пускорегулюючими апаратами, рівним фазному незалежно від перетину;

б) для ділянок мережі, по яких протікає струм від ламп із некомпенсованими пускорегулюючими апаратами, рівним фазному при перетині фазних провідників до 16 мм^2 включно по міді або 25 мм^2 включно по алюмінію й не менш чим 50% перетину фазних провідників при більших перетинах. В останньому випадку перетин N-провідників повинен бути не менш чим 16 мм^2 по міді й 25 мм^2 по алюмінію.

При захисті багатофазних мереж освітлення запобіжниками або однополюсними автоматичними вимикачами при будь-яких джерелах світла перетин N-провідників варто приймати рівним перетину фазних провідників.

Перетин Ре-провідників, якщо вони виготовлені з того ж матеріалу, що й фазні, повинен бути не менше перетину фазних провідників при перетині останніх до 16 мм^2 , а 16 мм^2 – при перетині фазних провідників від 16 мм^2 до 35 мм^2 , й 50% перетину фазних провідників, при більших перетинах. Перетин Ре-провідника з інших матеріалів повинен бути еквівалентним за вищевказаній провідності.

У всіх випадках перетин мідних Ре-провідників, які прокладаються

окремо від фазних провідників (не входять до складу кабелю або прокладаються не в загальній оболонці-трубі, коробі, на одному лотку), повинен бути не менш чим $2,5 \text{ мм}^2$ при наявності механічного захисту й 4 мм^2 – при його відсутності.

Перетин алюмінієвих РЕ-провідників, які прокладаються окремо від фазних провідників повинен бути не менше ніж 16 мм^2 .

У стаціонарних електроустановках функцію N- і РЕ-провідників дозволяється сполучати в одному PEN-провіднику за умови виконання наступних вимог:

а) перетин PEN-провідника повинен становити не менш чим 10 мм^2 по міді або 16 мм^2 по алюмінію й розглянута частина електроустановки не захищена УЗО, які реагують на диференційні струми;

б) у випадку поділу N- і РЕ-провідників з якої-небудь точки установки, забороняється поєднувати їх за цією точкою по ходу передачі енергії. У місці поділу необхідно передбачити окремі затискачі або шини N- і РЕ-провідників. PEN-провідник повинен підключатися до затискача, що призначений для РЕ-провідника.

Сторонні провідні частини не повинні використатися єдиним PEN-провідником.

Провідниками системи вирівнювання потенціалів можуть використовуватися відкриті провідні частини електроустановок (алюмінієві оболонки кабелів, металеві труби електропроводок, металеві оболонки шинопроводів, металеві коробки й лотки за умови забезпечення безперервного електричного ланцюга з'єднаних частин), або спеціально прокладені провідники, або їх сполучення.

Перетин головного провідника системи вирівнювання потенціалів, що з'єднує провідні частини з головною заземлювальною шиною, повинен забезпечувати провідність не менше половини провідності найбільшого РЕ-провідника установки, але бути при цьому не менше ніж 6 мм^2 по міді,

16 мм² по алюмінію, 50 мм² по сталі. Не слід застосовувати провідники перетином понад 25 мм² по міді або еквівалентному перетині, якщо провідники виготовлені з іншого металу.

Перетин додаткового провідника системи прирівнювання потенціалів, що з'єднує дві відкриті провідні частини електроустаткування, які нормально не перебувають під напругою, повинне забезпечувати провідність не менше провідності меншого з Ре-провідників, підключених до цих частин.

Перетин додаткового провідника системи прирівнювання потенціалів, що з'єднує відкриту провідну частину електроустаткування й сторонню провідну частину, повинен забезпечувати провідність не менше половини провідності Ре-провідника, підключеного до відкритої провідної частини електроустаткування.

Мінімальний перетин додаткових провідників системи прирівнювання потенціалів з міді становить 2,5 мм² – при наявності механічного захисту й 4 мм² – при її відсутності, з алюмінію – 16 мм².

2.9. Блискавкозахист будинків і споруджень

2.9.1 Основні положення

Захист будинків і споруджень від поразки блискавкою призначений для повного або часткового виключення наслідків улучення блискавки в об'єкт, що захищається.

При розряді блискавки в будинок або спорудження імпульсний струм досягає 50 кА і більш і викликає величезні виділення теплоти. При цьому будівельні конструкції, по яких протікає струм розряду, нагріваються до дуже високих температур, аж до їх руйнування або загоряння.

Крім теплового, струм розряду, незважаючи на його короткочасність (мікросекунди) робить електростатичний і електромагнітний вплив на різні металеві елементи будинків і споруджень, насамперед на інженерні комунікації. Таким чином, блискавка дуже небезпечна не тільки для самого будинку, але і для людей, що знаходяться в будинку або поблизу.

Будинки і спорудження або їхні частини в залежності від призначення, інтенсивності грозової діяльності в районі їх місцезнаходження, а також від очікуваної кількості поразок блискавкою в рік повинні бути захищені відповідно до категорій пристрою і типом зони захисту, зазначеним у табл.10.1 (виписка з будівельних норм СН 305-77 «Інструкція з проектування і пристрою блискавкозахист будинків і споруджень»).

Середньорічна грозова діяльність визначається по спеціальній карті, приведеної у вищезгаданій Інструкції. Очікувана кількість поразок блискавкою в рік N визначається по формулі

$$N = (S + 6 \cdot h) \cdot (L + 6 \cdot h) \cdot n \cdot 10^{-6}, \quad (2.71)$$

де, S і L - відповідно ширина і довжина будинку, що захищається, що має прямокутну форму в плані, м; h - найбільша висота будинку (спорудження), м; n - середньорічне число ударів блискавки в 1 км² земної поверхні в місці розташування будинку.

Значення n при різній інтенсивності грозової діяльності приведені нижче:

Інтенсивність грозової діяльності, 10-20 20-40 40-60 60-80 80 і більш
год./рік

Середньорічна кількість ударів 1 3 6 9 12
блискавки в 1 км² земної поверхні n

Для будинків складної конфігурації при розрахунку N в якості S і L розглядаються ширина і довжина найменшого прямокутника, у який може бути вписаний будинок у плані. У залежності від ступеня вибухонебезпечності, характеру впливу блискавки, значимості і технологічних особливостей об'єкта всі будинки і спорудження розділяються на три категорії:

- до I категорії відносяться будинки і спорудження, які відносяться ППЕ до класів В-I і В-II. Вибух у таких приміщеннях під впливом блискавки, як правило, приведе до значних руйнувань і людських жертв;
- до II категорії відносяться будинки і спорудження класу В-Ia, В-Iб, В-IIa. Вибух у таких приміщеннях супроводжується, як правило, лише незначними руйнуваннями без людських жертв;
- інші будинки і спорудження, що обладнаються засобами блискавкозахисту, зазначеними в будівельних нормах, відносяться до III категорії.

Таблиця 2.43 - Типи зон захисту від поразки будинків і споруджень блискавкою

№ п/п	Будинки і спорудження	Місцезнаходження	Тип зони захисту	Категорія пристрою блискавкозахисту

2.9.2. Способи блискавкозахисту

Будинки і спорудження, віднесені до I і II категорій, повинні бути захищені від прямих ударів блискавки, а так само від електростатичної й електромагнітної індукції і від замету високих потенціалів через наземні і підземні металеві комунікації.

Будинки і спорудження, віднесені до III категорії, повинні бути захищені від прямих ударів блискавки і замету високих потенціалів через наземні і підземні металеві комунікації.

У процесі будівництва будинків важливе значення має пристрій тимчасової системи блискавкозахисту, якщо будинок споруджується в грозовий період. Такий пристрій виконується з висоти 20 м і більш. При цьому як струмовідвід використовуються будь-як металеві конструкції (сходи, ринви і т.д.) за умови надійності їх з'єднань, у тому числі болтових при опорі перехідного контакту не більш 0,05 Ом.

Зона захисту блискавковідводу - це частина простору, усередині якого будинок або спорудження захищене від прямих ударів блискавки з визначеним ступенем надійності. Зона захисту типу А має ступінь надійності 99,5 % і вище, а типу Б- 95 % і вище. На рис.2.32 показана зона захисту одиночного стрижневого блискавковідводу висотою до 150 м. Для визначення габаритів блискавковідводу можна користуватися наступними вираженнями.

Зона А:

$$h_0 = 0,85h; \quad (2.72)$$

$$r_0 = (1,1 - 0,002h)h; \quad (2.73)$$

$$r_x = (1,1 - 0,002h)(h - \frac{h_x}{0,85}). \quad (2.74)$$

Зона Б:

$$h_0 = 0,92h; \quad (2.75)$$

$$r_0 = 1,5h; \quad (2.76)$$

$$r_x = 1,5(h - \frac{h_x}{0,92}). \quad (2.77)$$

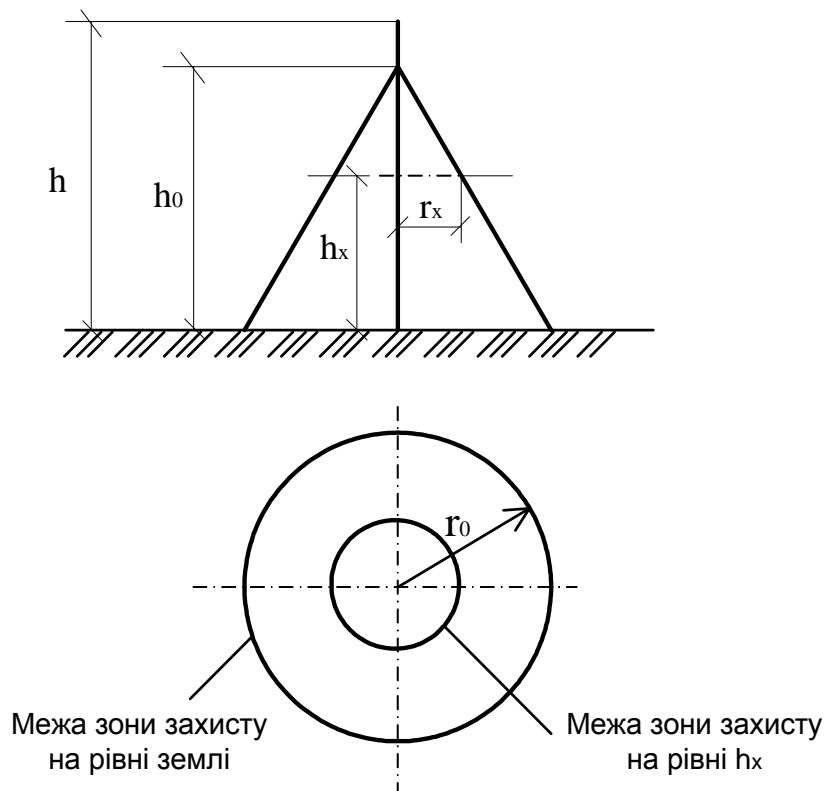


Рис. 2.32. - Зона захисту одиночного стрижневого блискавковідводу висотою до 150 м.

Для зони Б висота одиночного стрижневого блискавковідводу, якщо відомі h_x і r_x може бути визначена за формулою

$$h = \frac{r_x + 1,63h_x}{1,5} . \quad (2.78)$$

Тут приведені дані для найбільш розповсюдженого типу блискавковідводу, застосовуваного в сільській місцевості.

Для міських будинків, звичайно висотних, застосовуються блискавко-приймальні сітки, що накладаються на покрівлю, що виконуються зі сталевого дроту діаметром 6-8 мм з осередком для будинків II категорії 6×8 м, а для будинку III категорії 12×12 м. Вузли сітки з'єднуються зварюванням. Металеві елементи будинку або спорудження, розташовані на даху, повинні бути з'єднані із сіткою. Спуски до заземлювача виконуються через кожні 25 м по периметрі будинку. Якщо покрівля будинку металева, то вона може служити блискавко-приймачем і сітка вже не потрібна. Частини будинку, що піднімаються над покрівлею, обладнаються додатковими блискавкоприймачами, що приєднуються до сітки.

2.9.3. Заземлювачі і захист від влучення високих потенціалів

Імпульсний опір розтіканню струму кожного з заземлювачів, до яких приєднуються спуски сітки, повинне бути не більш 20 Ом. У більшості випадків для заземлювачів блискавкозахисту цілком достатньо використовувати фундаменти будинків і інші природні заземлювачі.

Для будинків III категорії захисту від вторинних впливів блискавки (індукція) не потрібно. Однак такі будинки варто захищати від замету високих потенціалів по надземних і підземних комунікаціях.

Так, для захисту одно-, двоповерхових будинків, розташованих у населеній місцевості, від грозових перенапруг необхідно виконувати наступне (ППЕ 2.4.26):

1) на опорах з відгалуженнями до введень у приміщення, у яких може бути зосереджена велика кількість людей (школи, дитячі сади і ясла, лікарні і т.ін.), або в будинки, що представляють велику господарську цінність (тваринницькі приміщення, склади, майстерні й ін.), повинні бути виконані пристрої, що заземлюють, з опором не більш 30 Ом;

2) на кінцевих опорах ліній, що мають відгалуження до введів, при цьому найбільша відстань від сусіднього захисного заземлення цих же ліній повинне бути не більш 100м – для районів з числом грозових годин в рік від 10 до 40 і 50 м – для районів з числом грозових годин в рік більш 40, також повинно бути виконано заземлення опором не більш 30 Ом.

До зазначених заземлюючих пристроїв повинні бути приєднані на дерев'яних опорах гаки і штирі ізоляторів, а на залізобетонних, крім того, арматура.

У мережах із заземленої нейтралю доцільно використовувати для захисту від атмосферних перенапруг повторні заземлення нульового проводу, а також установку вентильних розрядників. Для захисту будинків і споруджень III категорії від замету високих потенціалів по підземних комунікаціях металеві трубопроводи приєднують до кожного з пристроїв, що заземлюють. У якості заземлювачів пристроїв блискавкозахисту необхідно по можливості використовувати заземлення електротехнічних установок.

2.10. Компенсація реактивної потужності

Компенсація реактивної потужності споживачів об'єктів цивільного призначення виконується відповідно до „Методики обчислення плати за перетікання реактивної електроенергії між електропередавальною організацією та її споживачами" (далі Методикою) з урахуванням наступного:

а) Розрахунки за перетоки реактивної електроенергії з мережі електропостачальної організації й за генерацію в мережу електропостачальної організації здійснюються з усіма споживачами, що мають сумарне середньомісячне споживання активної електроенергії по всіх точках обліку на одній площі 5000 кВт·год й більше.

б) Плата за споживання й генерацію реактивної електроенергії залежить від наявності у споживача (Замовника) пристроїв компенсації реактивної потужності (КРП), засобів обліку споживаної реактивної електроенергії зі стопором зворотного ходу й засобів обліку генерованої реактивної електроенергії. Залежно від наявності або відсутності кожного з вищезгаданого, Методикою передбачається застосування різних формул розрахунку.

Методика спрямована на стимулювання споживача до установки пристроїв КРП із автоматичним регулюванням і засобів обліку споживаної й генерованої реактивної електроенергії.

При відсутності у споживача засобів обліку реактивної потужності споживання реактивної електроенергії за розрахунковий період приймається рівним споживанню активної електроенергії помноженим на нормативний коефіцієнт потужності ($\operatorname{tg} \varphi_n$), що для непромислових споживачів рівняється 0,6 ($\cos \varphi=0,86$).

При наявності пристроїв КРП, засобів обліку споживаної реактивної електроенергії, але відсутності обліку генерованої реактивної електроенергії при визначенні плати за генеровану реактивну електроенергію множаться величина сумарної встановленої потужності конденсаторних установок в електричній мережі споживача (Замовника), кількість годин неробочого часу за розрахунковий період і нормативний і коефіцієнт врахування збитків енергосистеми від генерації реактивної електроенергії з мережі споживача $K=3$.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Держбюджетна науково-дослідна робота «Дослідження та розробка принципів, методів нових високоефективних засобів освітлення, оптимізація режимів експлуатації освітлювальних та опромінювальних установок різного функціонального призначення за 2006 р» № держреєстрації 0107U000929
2. Методические указания к оформлению курсовых и дипломных проектов в соответствии с ЕСКД (для студентов дневной и заочной форм обучения всех специальностей. Мирошниченко М.А. - Харків: ХДАМГ, 1991. - 92 с.
3. ДБН В. 2.5-23-2003 Проектирование электрооборудования общественных зданий и сооружений. – Киев: Минстрой Украины.–2006.–76 с.
4. Говоров Ф.П. Регулирование напряжения в электрических сетях с помощью вольтодобавочных трансформаторов с тиристорным управлением / Ф.П. Говоров, М.А. Папко – К.: Техніка, 1994. – 86 с.
5. Козлов В.А. Электроснабжение городов / В.А. Козлов – Л.: Энергоатомиздат, 1998. – 264 с.
6. Правила устройства электроустановок. – М.: Энергосервис, 2002. – 608с.
7. Тульчин И.К. Электрические сети и электрооборудование жилых и общественных зданий / И.К. Тульчин, Г.И. Нудлер – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 480 с.
8. Федоров А.А. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению / А.А. Федоров, Л.Е. Старкова – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 368 с.
9. ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
10. Говоров П.П. Релейний захист і автоматика в системах електропостачання / П.П. Говоров, Г.А. Сендерович, В.Ф. Соколов та ін. // – К.: ІЗИН, 1996. – 228 с.

11. Говоров П.П. Спеціальні питання електропостачання / Говоров П.П., Перепечений В.О. // ХДАМГ. – Харків. – 2002. - 72 с.

12. Методичні вказання до виконання лабораторних робіт “Параметри та режими освітлювальних електричних мереж” з курсу “Освітлювальні системи й мережі” (для студентів 3 курсу денної та 4 курсу заочної форм навчання спеціальності 7.090605 “Світлотехніка та джерела світла”) / Укл. П.П.Говоров, В.О.Перепечений - Харків: ХНАМГ, 2004.- 50 с.

13. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт “Якість електроенергії в освітлювальних електричних мережах” з курсу “Освітлювальні системи й мережі” (для магістрів 5 курсу денної і 6 курсу заочної форм навчання спеціальності “Світлотехніка та джерела світла”) / Укл. П.П.Говоров, В.О.Перепечений - Харків: ХНАМГ, 2004.- 52 с.

14. ДНАОП 0.00-1.32-01 Правила будови електроустановок. Правила користування електричною енергією. Укрархбудінформ. – К.: 2001

Міністерство освіти і науки України
Харківська національна академія міського господарства

кафедра «Світлотехніка та джерела світла»

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ
з дисципліни «Освітлювальні електричні системи та мережі»
на тему « _____ »

Виконав: студент (ка) _____ курсу _____ групи _____

Перевірив: д.т.н., проф. _____

Харків – ХНАМГ – 20_ р.

Міністерство освіти і науки України
Харківська національна академія міського господарства
кафедра «Світлотехніка та джерела світла»

ЗАВДАННЯ

до курсового проекту на тему «Проектування освітлювальних електричних мереж мікрорайону міста» за курсом «Освітлювальні електричні мережі та системи»

студент _____ курсу _____ групи _____

варіант _____

ВИХІДНІ ДАНІ

1. План мікрорайону.
2. Характеристика споживачів і джерел живлення наведена у вхідних даних.

ОБСЯГ ЗАВДАННЯ

1. Навести коротку характеристику міста, його споживачів і джерел живлення.
2. Визначити розрахункові електричні навантаження житлових будинків, суспільних будинків, комунально-побутових і промислових споживачів, зовнішнього й внутрішнього освітлення.
3. Розрахувати навантаження мікрорайону, вибрати число й потужність мережних трансформаторних підстанцій (ТП). Розмістити ТП на плані міста.
4. Вибрати технічно доцільний варіант схеми живильних і розподільних мереж середньої й низької напруги, у тому числі внутрібудинкових.
5. Зробити розрахунок розподільних електричних мереж низької напруги в тому числі внутрібудинкових.
6. Вибрати автоматичної системи освітлення.
7. Вибрати заземлення.
8. Зробити вибір блискавкозахисту.

ОБСЯГ ПРОЕКТУ

1. Пояснювальна записка, 40-50 стор.
2. Графічна частина, 2 аркуша формату А3.
 - а) план мікрорайону міста з нанесенням картограми навантажень будинків, місце розташування ТП, ліній до й вище 1000 В;
 - б) схема ВРУ й однолінійна поповерхова схема внутрібудинкових мереж.

Дата видачі вихідних даних _____

строк здачі проекту _____

студент _____ ()

Керівник проекту
д. т. н, проф. _____ ()

Таблиця Д.В.1 - Вхідні дані до проекту

№	Найменування споживачів	Вихідні дані	Номер будинку по рисунку	Передостання цифра шифру									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Житлові будинки	1.1. Кількість поверхів	5	$\frac{24}{16}$	$\frac{16}{24}$	$\frac{12}{16}$	$\frac{24}{16}$	$\frac{16}{24}$	$\frac{24}{16}$	$\frac{12}{14}$	$\frac{16}{24}$	$\frac{12}{24}$	$\frac{24}{16}$
			4	$\frac{12}{5}$	$\frac{12}{14}$	$\frac{9}{12}$	$\frac{16}{12}$	$\frac{12}{16}$	$\frac{16}{24}$	$\frac{14}{24}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{16}{12}$	$\frac{12}{14}$
			3	$\frac{9}{12}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{14}{9}$	$\frac{9}{5}$	$\frac{9}{5}$	$\frac{9}{9}$	$\frac{9}{5}$	$\frac{12}{12}$	$\frac{14}{5}$	$\frac{9}{5}$
			2	$\frac{14}{24}$	$\frac{5}{9}$	$\frac{16}{24}$	$\frac{14}{9}$	$\frac{5}{9}$	$\frac{14}{12}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{24}{9}$	$\frac{5}{9}$	$\frac{14}{12}$
			1	$\frac{5}{9}$	$\frac{14}{5}$	$\frac{5}{5}$	$\frac{5}{24}$	$\frac{14}{12}$	$\frac{5}{5}$	$\frac{24}{9}$	$\frac{5}{5}$	$\frac{24}{16}$	$\frac{5}{24}$
		1.2. Кількість квартир	5	$\frac{104}{96}$	$\frac{120}{126}$	$\frac{100}{115}$	$\frac{115}{100}$	$\frac{96}{126}$	$\frac{120}{106}$	$\frac{80}{112}$	$\frac{96}{118}$	$\frac{76}{124}$	$\frac{114}{120}$
			4	$\frac{104}{72}$	$\frac{80}{105}$	$\frac{105}{72}$	$\frac{112}{84}$	$\frac{100}{115}$	$\frac{106}{129}$	$\frac{124}{110}$	$\frac{80}{112}$	$\frac{104}{114}$	$\frac{96}{114}$
			3	$\frac{72}{84}$	$\frac{115}{84}$	$\frac{90}{96}$	$\frac{80}{96}$	$\frac{76}{72}$	$\frac{84}{96}$	$\frac{78}{72}$	$\frac{96}{104}$	$\frac{124}{72}$	$\frac{72}{76}$
			2	$\frac{112}{120}$	$\frac{96}{96}$	$\frac{115}{120}$	$\frac{105}{105}$	$\frac{72}{80}$	$\frac{100}{112}$	$\frac{76}{104}$	$\frac{116}{96}$	$\frac{96}{96}$	$\frac{80}{100}$
			1	$\frac{100}{100}$	$\frac{105}{72}$	$\frac{80}{72}$	$\frac{72}{120}$	$\frac{104}{104}$	$\frac{70}{72}$	$\frac{120}{96}$	$\frac{76}{70}$	$\frac{72}{120}$	$\frac{68}{126}$
		1.3. Джерела готування їжі і його потужність	5	$\frac{8кВт}{8кВт}$	$\frac{5кВт}{8кВт}$	$\frac{5кВт}{8кВт}$	$\frac{8кВт}{8кВт}$	$\frac{8кВт}{8кВт}$	$\frac{8кВт}{5кВт}$	$\frac{5кВт}{8кВт}$	$\frac{5кВт}{8кВт}$	$\frac{5кВт}{8кВт}$	$\frac{8кВт}{5кВт}$
			4	$\frac{5кВт}{газ}$	$\frac{5кВт}{5кВт}$	$\frac{Газ}{5кВт}$	$\frac{5кВт}{5кВт}$	$\frac{5кВт}{8кВт}$	$\frac{5кВт}{8кВт}$	$\frac{5кВт}{8кВт}$	$\frac{Газ}{5кВт}$	$\frac{8кВт}{5кВт}$	$\frac{5кВт}{8кВт}$
			3	$\frac{Газ}{5кВт}$	$\frac{Газ}{8кВт}$	$\frac{Газ}{Газ}$	$\frac{5кВт}{газ}$	$\frac{Газ}{газ}$	$\frac{Газ}{газ}$	$\frac{Газ}{газ}$	$\frac{5кВт}{5кВт}$	$\frac{5кВт}{газ}$	$\frac{Газ}{Газ}$
			2	$\frac{5кВт}{5кВт}$	$\frac{Газ}{газ}$	$\frac{8кВт}{8кВт}$	$\frac{8кВт}{газ}$	$\frac{газ}{газ}$	$\frac{5кВт}{5кВт}$	$\frac{Газ}{5кВт}$	$\frac{8кВт}{газ}$	$\frac{Газ}{газ}$	$\frac{5кВт}{5кВт}$
			1	$\frac{газ}{газ}$	$\frac{8кВт}{газ}$	$\frac{5кВт}{газ}$	$\frac{Газ}{8кВт}$	$\frac{8кВт}{5кВт}$	$\frac{Газ}{газ}$	$\frac{8кВт}{газ}$	$\frac{Газ}{газ}$	$\frac{8кВт}{8кВт}$	$\frac{Газ}{8кВт}$
		1.4. Потужність насосів підкачування	5	$\frac{16}{10}$	$\frac{10}{16}$	$\frac{10}{10}$	$\frac{16}{16}$	$\frac{16}{16}$	$\frac{16}{10}$	$\frac{10}{10}$	$\frac{10}{16}$	$\frac{10}{16}$	$\frac{10}{16}$
			4	$\frac{10}{0}$	$\frac{10}{10}$	$\frac{0}{10}$	$\frac{16}{10}$	$\frac{10}{10}$	$\frac{10}{16}$	$\frac{10}{16}$	$\frac{0}{10}$	$\frac{16}{10}$	$\frac{10}{10}$
			3	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{10}$	$\frac{10}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{10}{10}$	$\frac{10}{0}$	$\frac{0}{0}$
			2	$\frac{0}{10}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{16}{16}$	$\frac{10}{10}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{10}{10}$	$\frac{0}{10}$	$\frac{16}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{16}{10}$
			1	$\frac{0}{0}$	$\frac{16}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{16}$	$\frac{10}{10}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{16}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{16}{10}$	$\frac{0}{16}$
		1.5. Кількість ліфтів (пасажирських плюс вантажні)	5	$\frac{2+2}{2+1}$	$\frac{2+1}{2+2}$	$\frac{2+1}{2+2}$	$\frac{2+2}{2+1}$	$\frac{2+1}{2+2}$	$\frac{2+2}{2+1}$	$\frac{1+1}{2+1}$	$\frac{2+1}{2+2}$	$\frac{1+1}{2+2}$	$\frac{2+2}{2+1}$
			4	$\frac{2+1}{0+0}$	$\frac{2+1}{2+2}$	$\frac{1+0}{1+1}$	$\frac{2+1}{1+1}$	$\frac{1+1}{2+1}$	$\frac{2+1}{2+2}$	$\frac{2+1}{2+2}$	$\frac{2+0}{2+1}$	$\frac{2+1}{1+1}$	$\frac{1+1}{2+1}$
			3	$\frac{1+1}{1+0}$	$\frac{1+0}{1+1}$	$\frac{2+1}{1+0}$	$\frac{1+0}{0+0}$	$\frac{1+0}{0+0}$	$\frac{1+0}{1+0}$	$\frac{1+0}{0+0}$	$\frac{1+1}{1+1}$	$\frac{2+1}{0+0}$	$\frac{1+0}{0+0}$
			2	$\frac{1+0}{2+2}$	$\frac{0+0}{1+1}$	$\frac{1+1}{2+2}$	$\frac{1+1}{1+0}$	$\frac{0+0}{1+0}$	$\frac{1+1}{1+1}$	$\frac{0+0}{1+1}$	$\frac{2+2}{1+0}$	$\frac{0+0}{1+0}$	$\frac{2+1}{1+1}$

			1	$\frac{0+0}{0+0}$	$\frac{1+1}{0}$	$\frac{0+0}{0+0}$	$\frac{0+0}{2+2}$	$\frac{2+1}{1+1}$	$\frac{0+0}{0+0}$	$\frac{2+2}{1+0}$	$\frac{0+0}{0+0}$	$\frac{2+2}{2+1}$	$\frac{0+0}{2+2}$
2	Підприємства громадського харчування	2.1. Кількість посадкових місць підприємства з електроплитами	6	$\frac{600}{0}$	$\frac{0}{350}$	---	$\frac{120}{0}$	---	$\frac{80}{0}$	--	$\frac{0}{600}$	---	$\frac{350}{0}$
			6	$\frac{0}{600}$	$\frac{350}{0}$	---	$\frac{0}{120}$	---	$\frac{0}{80}$	---	$\frac{600}{0}$	---	$\frac{0}{350}$
3	Продовольчі магазини	3.1. Площа залу кондиціонуванням повітря, м ²	7	$\frac{200}{0}$	$\frac{0}{500}$	$\frac{2500}{0}$	$\frac{0}{250}$	$\frac{0}{200}$	$\frac{500}{0}$	$\frac{0}{2500}$	$\frac{1000}{0}$	$\frac{0}{800}$	$\frac{400}{0}$
		3.2. Те ж, але без кондиціонування повітря, м ²	7	$\frac{0}{200}$	$\frac{500}{0}$	$\frac{0}{2500}$	$\frac{250}{0}$	$\frac{200}{0}$	$\frac{0}{500}$	$\frac{2500}{0}$	$\frac{0}{1000}$	$\frac{800}{0}$	$\frac{0}{400}$
4	Загальноосвітні школи	4.1. Кількість учнів у школах з готуванням їжі	10	$\frac{100}{0}$	$\frac{0}{100}$	$\frac{250}{0}$	$\frac{0}{250}$	$\frac{0}{1500}$	$\frac{1500}{0}$	$\frac{0}{1000}$	---	---	---
		4.2. Те ж, але без готування їжі	10	$\frac{0}{100}$	$\frac{100}{0}$	$\frac{0}{1250}$	$\frac{250}{0}$	$\frac{1500}{0}$	$\frac{0}{1500}$	$\frac{1000}{0}$	---	---	---
5	Дитячі сади	5.1. Кількість місць у садах з електричними готуванням	8	$\frac{80}{0}$	$\frac{0}{80}$	$\frac{120}{0}$	$\frac{120}{0}$	$\frac{0}{60}$	$\frac{60}{0}$	$\frac{0}{100}$	$\frac{100}{0}$	$\frac{0}{300}$	$\frac{300}{0}$
		5.2. Те ж, але із плитами на газоподібному паливі	8	$\frac{0}{80}$	$\frac{80}{0}$	$\frac{0}{120}$	$\frac{120}{0}$	$\frac{60}{0}$	$\frac{0}{60}$	$\frac{100}{0}$	$\frac{0}{100}$	$\frac{300}{0}$	$\frac{0}{300}$
6	Лікарні з харчоблокми	6.1. Кількість ліжок-місць у лікарнях хірургічного профілю	9	$\frac{0}{450}$	$\frac{450}{0}$	$\frac{300}{0}$	$\frac{0}{300}$	$\frac{0}{500}$	$\frac{500}{0}$	---	---	---	---
		6.1. Те ж, але в багатопрофільних лікарнях	9	$\frac{450}{0}$	$\frac{0}{450}$	$\frac{0}{300}$	$\frac{300}{0}$	$\frac{500}{0}$	$\frac{0}{500}$	---	---	---	---
7	Кінотеатри й концертні зали	7.1. Кількість місць у залах з кондиціонуванням повітря	6	---	---	$\frac{0}{200}$	---	$\frac{200}{0}$	---	$\frac{0}{400}$	---	$\frac{1000}{0}$	---

7		7.2. Те ж, але в багато-профільних лікарнях	6	---	---	$\frac{200}{0}$	---	$\frac{0}{200}$	---	$\frac{400}{0}$	---	$\frac{0}{1000}$	---
8	Аптеки	8.1. Площа торговельного залу з готуванням ліків, м ²	9	---	---	---	---	---	---	$\frac{120}{0}$	$\frac{0}{40}$	$\frac{86}{0}$	$\frac{0}{70}$
		8.2. Те ж, але без готування ліків	9	---	---	---	---	---	---	$\frac{0}{120}$	$\frac{40}{0}$	$\frac{0}{86}$	$\frac{70}{0}$
9		9.1. Число мікрорайонів, шт.		$\frac{8}{6}$	$\frac{6}{4}$	$\frac{4}{6}$	$\frac{6}{8}$	$\frac{8}{4}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{6}{4}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{8}{6}$
10	Готелі	10.1. Кількість місць у готелях з кондиціонуванням повітря	11	---	---	---	---	---	---	---	$\frac{0}{1500}$	$\frac{250}{0}$	$\frac{150}{0}$
		10.2. Те ж, але без кондиціонування повітря	11	---	---	---	---	---	---	---	$\frac{1500}{0}$	$\frac{0}{250}$	$\frac{0}{150}$

Продовження додатка В.

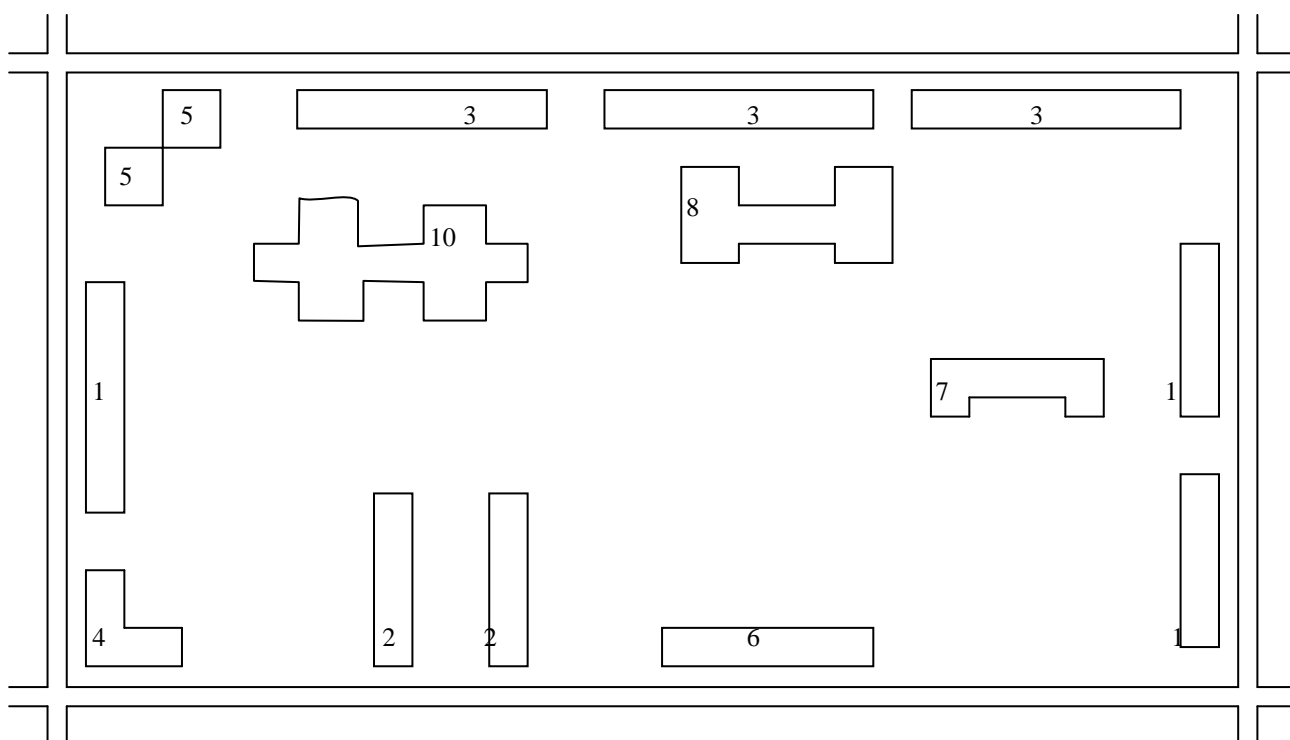


Рис. Д.В.1.

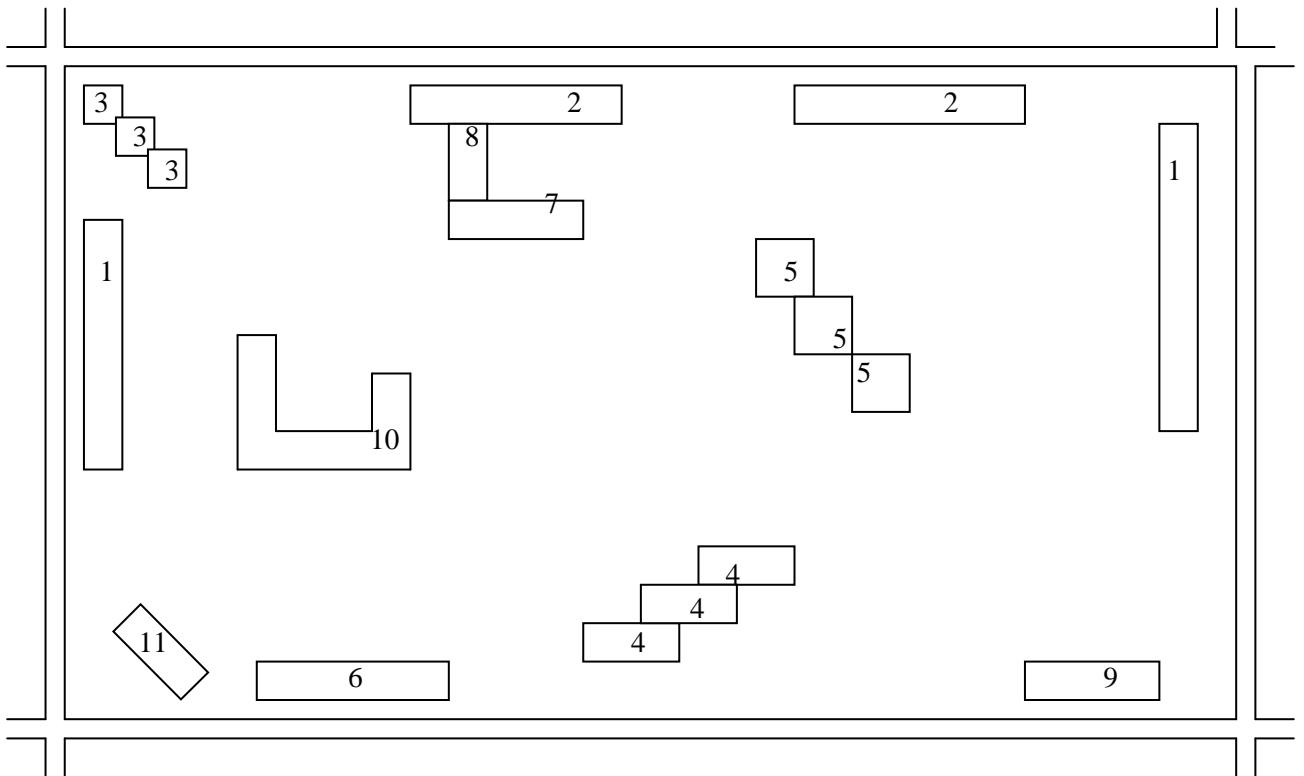


Рис. Д. В.2.

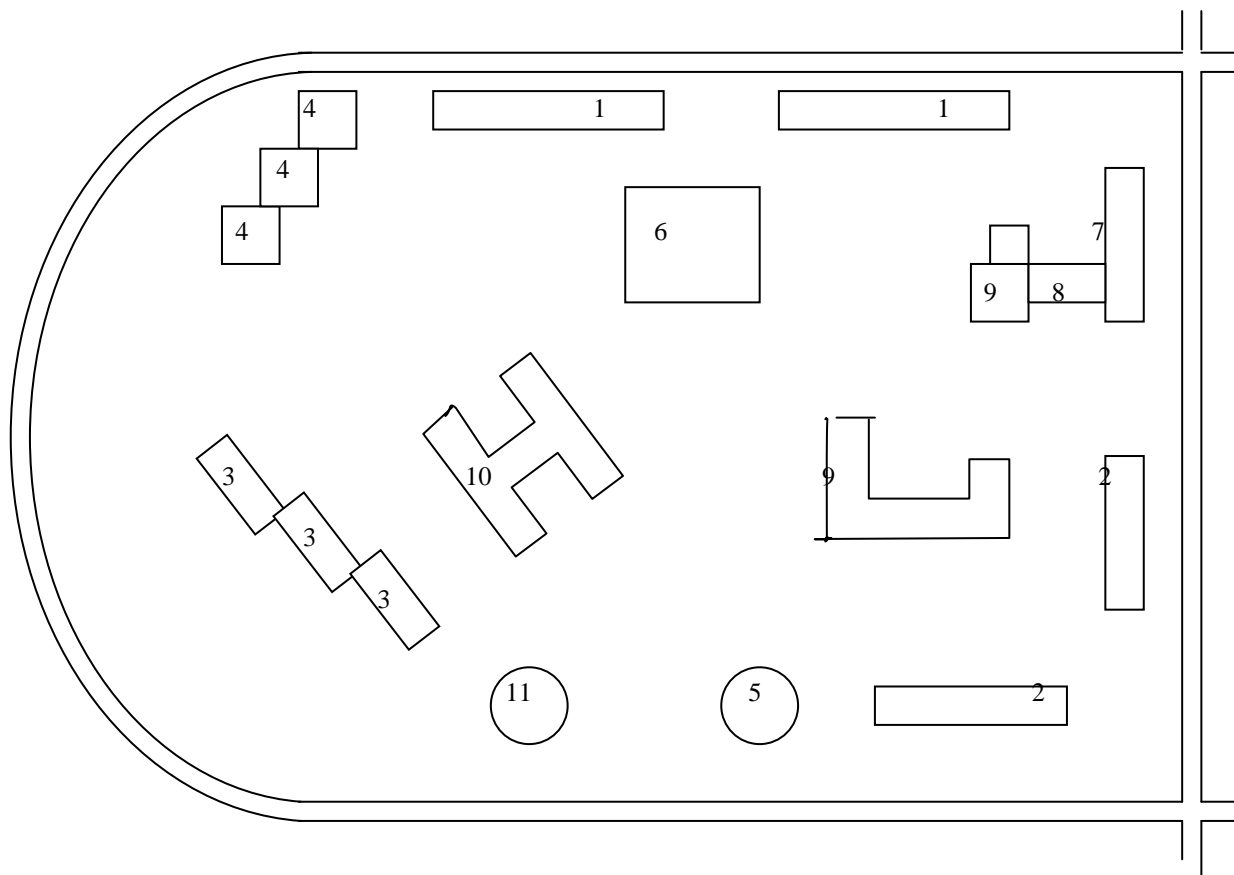


Рис. Д.В.3.

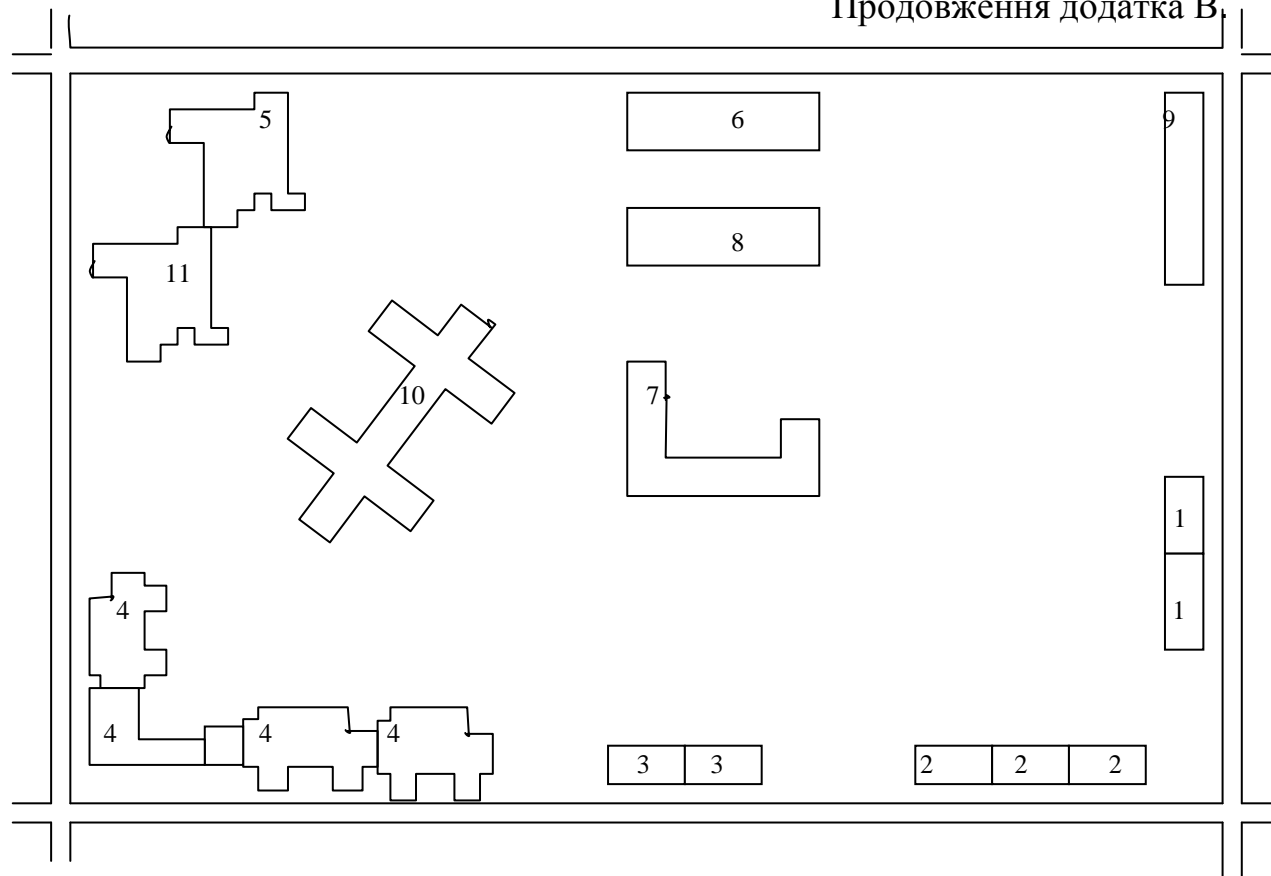


Рис. Д.В.4.

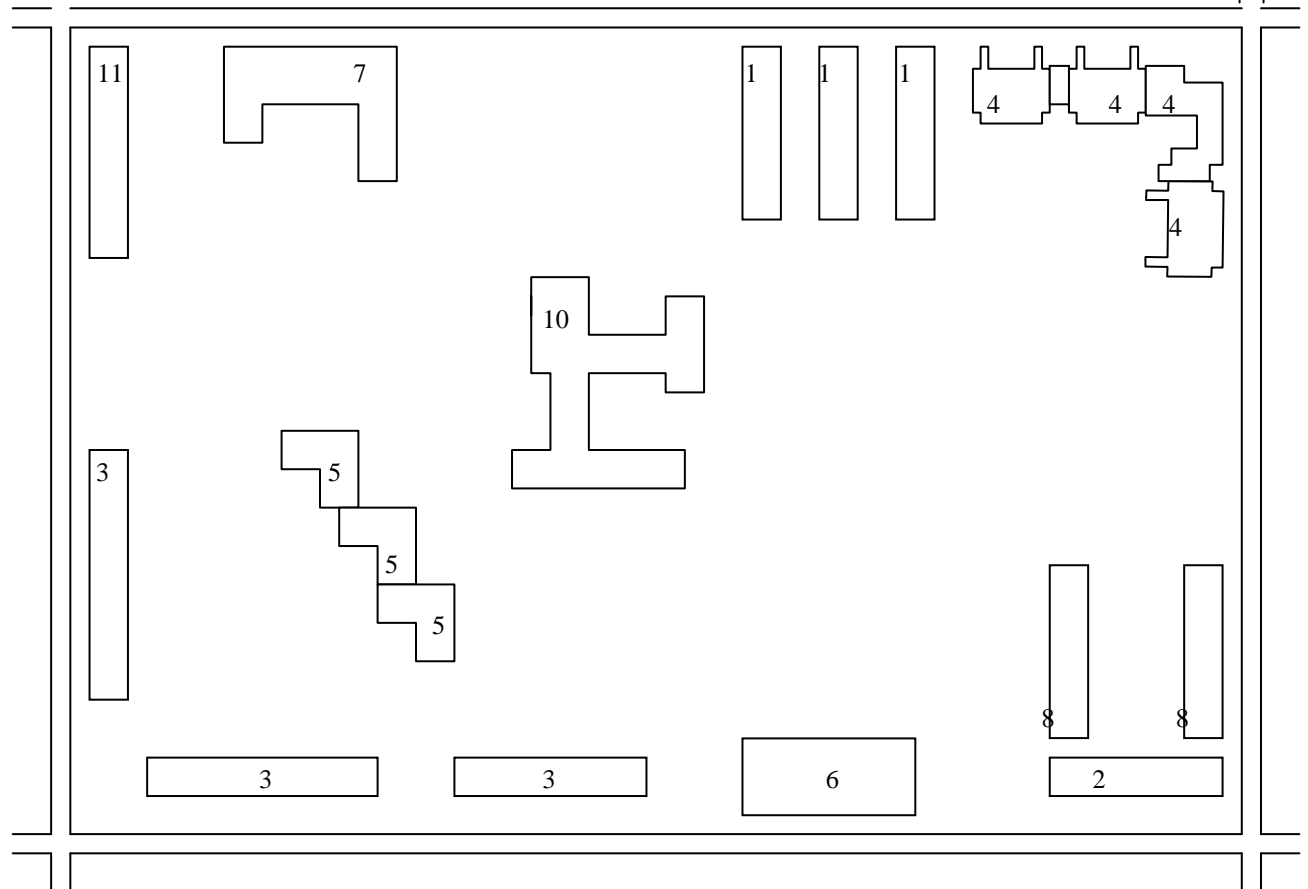


Рис. Д.В.5.

Додаток Д.

Значення коефіцієнта потужності на вводах у житлові будинки

№	Тип споживача	Значення коефіцієнта потужності	
		Потужності, $\cos\varphi$	Реактивного навантаження, $\tan\varphi$
1.	Квартири з електричними плитами	0,98	0,20
2.	Квартири із плитами на природному, газоподібному або твердому паливі	0,96	0,29
3.	Господарські насоси, вентиляторні установки й інші санітарно-технічні пристрої	0,85	0,62
4.	Ліфтові установки	0,60	1,33

Додаток Е.

Питомі розрахункові електричні навантаження житлових будинків

Характеристика квартир	Розрахункові електричні навантаження у кВт на квартиру при кількості квартир													
	1-3	6	9	12	15	18	24	40	60	100	200	400	600	1000
З газовими плитами на природному газі	4,5	2,3	1,75	1,45	1,3	1,15	1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,45	0,43	0,4
З газовими плитами на зрідженому газі й плитами на твердому паливі	5,0	2,6	2	1,65	1,5	1,35	1,15	1,0	0,9	0,8	0,75	0,7	0,65	0,5
З електричним и плитами потужністю до 5,5 кВт	6,0	3,2	2,7	2,4	2,15	2,0	1,8	1,5	1,3	1,15	1,0	0,9	0,85	0,8
Те ж потужністю 5,6-8 кВт	7,0	4,0	3,0	2,5	2,15	2,0	1,8	1,5	1,3	1,15	1,0	0,9	0,85	0,8

Примітка: Визначення питомого розрахункового електричного навантаження для кількості квартир, не зазначеного в таблиці, роблять шляхом інтерполяції.

Додаток Ж.

Коефіцієнт попиту ліфтових установок для будинків різної поверховості

Кількість ліфтів	Коефіцієнт попиту для будинків	
	Висотою до 12 поверхів	Висотою 12 поверхів і більше
2...3...3	0,8	0,9
4...5...5	0,7	0,8
6...7...7	0,6	0,7
8...10...10	0,5	0,6
11...20...20	0,4	0,5
Більше 20	0,35	0,4

Додаток З.

Потужність двигуна ліфтових установок

Характеристика ліфтової установки	Число поверхів			
	6-9	12	16	20-25
Номінальна потужність двигуна, кВт	4,5	4,5-7,0	7,0	4,5;15-20

Додаток К.

Значення коефіцієнта реактивної потужності житлових будинків

№ п/п	Поверховість забудови	Значення коефіцієнта потужності, cosφ		
		Будинки із плитами на природному газі	Будинки із плитами на зрідженому газі або твердому паливі	Будинки з електричним и плитами
1.	1-2 поверхів	0,96	0,96	0,98
2	3-5 поверхів	0,96	0,96	0,98
3	5 і більше поверхів при долі квартир у будинках вище 5 поверхів, %:			
	20	0,94	0,94	0,97
	50	0,93	0,93	0,97
	100	0,92	0,92	0,96

Примітка: Наведені дані включають навантаження насосів систем опалення, гарячого водопостачання й підкачування водопроводу, установлених у ЦТП або індивідуально в кожному будинку, ліфтів і зовнішнього висвітлення території мікрорайонів, і не враховують навантаження електроводонагріву й побутових кондиціонерів повітря

Усереднені питомі розрахункові розрахункові електричні навантаження
суспільних будинків

Найменування суспільних будинків	Одиниця виміру	Питоме розрахункове електричне навантаження	Коефіцієнт потужності	Коефіцієнт реактивної потужності
1	2	3	4	5
Підприємства громадського харчування, повністю електрифікованого з кількістю посадкових місць до 400	кВт/посадкове місце	0,9	0,98	0,2
Те ж з кількістю посадкових місць 500 і більше	--“--	0,75	0,98	0,2
Те ж, частково електрофіковані (із плитами на газоподібному паливі) з кількістю посадкових місць до 400	--“--	0,7	0,95	0,33
Те ж, з кількістю посадкових місць 500 і більше	--“--	0,6	0,95	0,33
Продовольчі магазини з кондиціонуванням повітря	кВт/м ² торговельного залу	0,14	0,8	0,75
Те ж без кондиціонування повітря	--“--	0,11	0,82	0,7
Промтоварні магазини без кондиціонування повітря	--“--	0,08	0,92	0,43
Те ж з кондиціонуванням повітря	--“--	0,11	0,87	0,57
Лікарні з електрифікованими харчоблоками	кВт/ліжко-місце	2,2...	0,93	0,4
Лікарні без електрифікованого харчоблока	--“--	0,3...0...0,6	0,95	0,33
Поліклініки	кВт/відвідувань у зміну	0,15	0,92	0,43
Дитсадки і ясла з електрифікованим харчоблоком	кВт/місце	0,4	0,97	0,25
Те ж без електрифікованого харчоблока	--“--	0,1	0,95	0,33
Школи з електрифікованим харчоблоком	--“--	0,14	0,95	0,33
Навчальні корпуси вищих і середніх спеціальних навчальних закладів без кондиціонування повітря	кВт/м ² корисної площі	0,004	0,9	0,48
Кінотеатри з кондиціонуванням повітря	кВт/місце	0,12	0,92	0,43
Те ж без кондиціонування повітря	--“--	0,1	0,95	0,33
Палаці культури й клуби	--“--	0,4	0,92	0,43
Театри й цирки	--“--	0,3	0,9	0,48
Стадіон на 40000 місць	--“--	0,02	0,98	0,2
Будинки відпочинку з електрифікованим харчоблоком	--“--	0,6	0,9	0,48

Продовження додатку Л

1	2	3	4	5
Будинки відпочинку без електрифікованим харчоблока	--“--	0,35	0,92	0,43
Готелю без ресторанів і кондиціонування повітря	--“--	0,3	0,9	0,48
Гуртожитку без електрифікованого харчоблока	--“--	0,1	0,93	0,4
Адміністративні установи без кондиціонування повітря	кВт/м ² корисної площі	0,036	0,9	0,48
Перукарні	кВт/раб. місце	1,3	0,97	0,25
Комбінати побутового обслуговування	--“--	0,5	0,9	0,48
Фабрики-пральні із самообслуговуванням	кВт/кг. Білизни в зміну	0,065	0,8	0,75
Хімчистки із самообслуговуванням	--“--	0,065	0,8	0,75

Примітки: Для існуючих будинків допускається приймати інші значення питомих розрахункових електричних навантажень на підставі результатів вимірів фактичних навантажень.

Додаток М

Коефіцієнти сполучення максимумів навантаження трансформаторів в залежності від з кількості

Характер навантаження	Число трансформаторів				
	2	3-5	6-10	11-20	Більше 20
Житлова забудова (70% і більше навантаження житлових будинків і до 30% навантаження суспільних будинків)	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7
Суспільна забудова (70% і більше навантаження суспільних будинків і до 30% навантаження житлових будинків)	0,9	0,75	0,7	0,65	0,6
Комунально-промислова зони (65% і більше навантаження промислових і суспільних будинків і до 35% навантаження житлових будинків)	0,9	0,7	0,65	0,6	0,56

Коефіцієнти “К”, що враховують розбіжність максимумів навантаження
житлових будинків, суспільних будинків і промислових підприємств

Найменування будинків й установ	Суспільні будинки								Промислові підприємства					
	Підприємства громадського харчування, адміністративні будинки, школи двозмінні навчальні заклади, будинку відпочинку	Школи однокласні	Підприємства торгівлі	Готелю, перукарні	Дитячі сади і ясла	Видовищні підприємства й стадіони	Поліклініки й лікарні	Комунально-побутові підприємства	При відношенні розрахункового навантаження підприємств до навантаження інших споживачів, %					
									20	80	100	140	180	200-400
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Житлові будинки з електроплитами	0,8	0,7	0,9	0,9	0,8	0,7	0,8	0,8	0,96	0,94	0,92	0,94	0,96	0,97
Із плитами на твердому й газовому паливі	0,7	0,4	0,6	0,9	0,7	0,6	0,6	0,6	0,91 - 0,96	0,83 - 0,94	0,85 - 0,92	0,87 - 0,94	0,89 - 0,96	0,90 - 0,96

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ
ОСВІТЛЮВАЛЬНІ ЕЛЕКТРИЧНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ
Навчальний посібник

Автори: проф. Пилип Парамонович Говоров,
Віталій Олександрович Перепечений,
Владлен Пилипович Говоров

Відповідальний за випуск П.П. Говоров

Редактор М.З.Аляб'єв

Верстка: Ю. П. Степась

План 2009, поз. 17 Н

Підп. до друку 09.06.09.	Формат 60×84 1/16	Папір офісний.
Друк на ризографі.	Умовн.-друк.арк. 9,3	Обл.-вид.арк. 9,7
Зам. № 5027	Тираж 500 прим.	

61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ

61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12